

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

«На правах рукопису»
УДК 676.011

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ М. Д. Гомеля

«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія

на тему: «Цех з виробництва картону для споживчої тари в системі Товариства з обмеженою відповідальністю "ТОРГТЕХНІКА КАРТОННО-ПАПЕРОВИЙ КОМБІНАТ" з розробленням технологічного потоку»

Виконала:
студентка II курсу, групи ЛЦ – 381мп
Селіванова Світлана Олександрівна

Керівник:
Доц., к. т. н., с.н.с.
Плосконос В. Г.

Рецензент:

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою
Спеціальність (спеціалізація) – 161 Хімічні технології та інженерія (Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ М. Д. Гомеля
(підпис) (ініціали, прізвище)
«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студентці
Селівановій Світлані Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації "Цех з виробництва картону для споживчої тари в системі Товариства з обмеженою відповідальністю "ТОРГТЕХНІКА КАРТОННО-ПАПЕРОВИЙ КОМБІНАТ" з розробленням технологічного потоку"

науковий керівник дисертації Плосконос Віктор Григорович, к.т.н., с.н.с.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «01» листопада 2019 р. № 3807–с

2. Термін подання студентом дисертації «__» грудня 2019 р.

3. Об'єкт дослідження Цех з виготовлення картону для споживчої тари.

4. Предмет дослідження технологічний процес виробництва картону для споживчої тари.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: обґрунтувати інноваційні зміни в технологічному потоці; навести вимоги до сировини, допоміжних хімічних речовин та готової продукції; навести технологічну схему виробництва картону для споживчої тари; виконати розрахунок матеріального балансу води та волокна, а також теплового балансу; обрати основне технологічне обладнання; навести об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі; навести заходи з охорони праці на виробництві; розробити стартап-проект

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: інновації в технології виробництва картону для споживчої тари; технологічна схема; план цеху; поздовжній розріз; поперечний розріз; результати зведеного матеріального балансу.

7. Орієнтовний перелік публікацій: 1. Пазерська В.Ю., Селіванова С.О., Сасенко Р.В., Плосконос В.Г. "Використання тряски сіткового столу ПРМ з метою підвищення якості паперового полотна" // Збірник тез доповідей XVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада 2019 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. – С. 167 – 168.

2. Саєнко Р.В., Рудзей Ф.П., Пазерська В.Ю., Селіванова С.О., Плосконос В.Г. "Високочастотна тряска збереже ресурси"//Збірник тез доповідей XVI міжнародної науково практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада 2019 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. – С. 169 – 170.

8. Дата видачі завдання «28» жовтня 2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Обґрунтування інноваційних змін, затвердження технологічної схеми	29.10 – 02.11	
2	Оформлення вимог до сировини, хімікатів та готової продукції; представлення вихідних даних та блок-схеми для розрахунку матеріального балансу води та волокна	03.11 – 10.11	
3	Розрахунок та оформлення матеріального балансу; розрахунок основного технологічного обладнання	11.11 – 18.11	
4	Опис будівельної частини. Розробка заходів з охорони довкілля	19.11 – 23.11	
5	Розробка стартап-проєкту. Загальне оформлення магістерської дисертації	24.11 – 08.12	

Студентка

(підпис)

С.О. Селіванова

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

В. Г. Плосконос

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 94 с., 3 рис., 34 табл., 21 першоджерел, 1 додаток.

Актуальність теми: підвищення рівня і стабільності якості картону для споживчої тари шляхом впровадження новітніх досягнень в цій галузі, а також, як результат, зниження собівартості продукту.

Мета і задачі дослідження: Мета роботи — будівництво цеху з виробництва картону для споживчої тари в системі Товариства з обмеженою відповідальністю "ТОРГТЕХНІКА КПК" з розробленням технологічного потоку з виробництва картону для споживчої тари.

Для досягнення мети було поставлено наступні задачі:

- 1) вивчити сучасні технологічні рішення для покращення якості картону для споживчої тари та техніко-економічних показників виробництва;
- 2) виконати проектування технологічного потоку з виробництва картону для споживчої тари;
- 3) розрахувати матеріальний та тепловий баланси виробництва картону для споживчої тари;
- 4) виконати розрахунок та вибір основного технологічного обладнання у відповідності з заданою продуктивністю технологічного потоку;
- 5) розробити заходи з охорони праці щодо шкідливих та небезпечних факторів на виробництві картону для споживчої тари;
- 6) розробити стартап-проект виробництва картону для споживчої тари.

Об'єкт дослідження: процес виготовлення картону для споживчої тари.

Предмет дослідження: показники якості, сировина, обладнання та технологічні режими виготовлення картону для споживчої тари.

Методи дослідження: теоретичне вивчення, шляхом опрацювання доступних літературних джерел, властивостей, обладнання та технології виробництва картону для споживчої тари.

Практичне значення одержаних результатів. Набуто знання щодо властивостей, обладнання та технології виготовлення картону для споживчої тари.

Наведено показники якості до сировини, хімікатів та готової продукції, що нормуються відповідно до стандартів та технічних умов [7,8]. Розроблено технологічну схему виробництва картону для споживчої тари, наведено та описано удосконалення потоку і схеми виробництва картону.

Розраховано матеріальний баланс води та волокна, а також тепловий баланс контактного методу сушіння для виробництва 1 т продукції.

У відповідності до річної продуктивності технологічної лінії проведено розрахунок та вибір основного обладнання.

Наведено об'ємно-планувальне і конструктивне вирішення будівлі цеху.

Розглянуто головні шкідливі фактори, які впливають на безпеку працівників цеху. Наведено основні заходи безпеки у картонноробному цеху.

Апробація результатів дисертації: положення дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на XVI міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада 2019 р. м. Київ).

Публікації: за результатами дисертаційної роботи опубліковано 2 тези доповідей на міжнародній конференції.

ЦЕЛЮЛОЗА, ДЕРЕВНА МАСА, МАКУЛАТУРА, ТЕХНІЧНІ УМОВИ,
КАРТОННОРОБНА МАШИНА, ПРЕС, КАРТОН ДЛЯ СПОЖИВЧОЇ ТАРИ

ABSTRACT

Master's dissertation: 94 village, 3 fig., 34 table, 21 primary source, 1 application.

The relevance of the topic: increasing the level and stability of the quality of cardboard for consumer packaging by introducing the latest developments in this field, as well as, as a result, reducing the cost of the product.

Purpose and tasks of the research: The purpose of the work is the construction of a cardboard shop for consumer packaging in the system of Limited Liability Company "TORGTEKHNIKA KPK" with the development of technological flow for the production of cardboard for consumer packaging.

To achieve this goal, the following tasks were set:

1) to study modern technological solutions for improving the quality of cardboard for consumer packaging and technical and economic indicators of production;

2) design the technological flow for the production of cardboard for consumer packaging;

3) to calculate material and thermal balances of production of cardboard for consumer packaging;

4) perform the calculation and selection of the main process equipment in accordance with the specified productivity of the process flow;

5) to develop safety measures on harmful and dangerous factors in the production of cardboard for consumer packaging;

6) to develop a startup – project of production of cardboard for consumer packaging.

Object of study: the process of making cardboard for consumer packaging.

Subject of research: quality indicators, raw materials, equipment and technological modes of production of cardboard for consumer packaging.

Research Methods: Theoretical study, through the processing of available literature sources, properties, equipment and technology of production of cardboard for consumer packaging.

The practical significance of the results obtained. Acquired knowledge about the properties, equipment and technology of making cardboard for consumer packaging.

Quality indicators for raw materials, chemicals and finished products, which are normalized in accordance with standards and specifications, are given [7,8]. The technological scheme of production of cardboard for consumer packaging is developed, the flow and the scheme of production of cardboard are described and described.

The material balance of water and fiber was calculated, as well as the thermal balance of the contact drying method for the production of 1 ton of production.

In accordance with the annual productivity of the technological line, the calculation and selection of the basic equipment was carried out.

The three-dimensional planning and design solution of the shop building is given.

The main harmful factors that affect the safety of shop workers are considered. The basic safety measures in the cardboard shop are given.

Testing the results of the dissertation: the provisions of the dissertation were reported and discussed at the XVI International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists of “Resource Energy Saving Technologies and Equipment” (November 25-26, 2019, Kyiv).

Publications: Based on the results of the dissertation, 2 abstracts were published at an international conference.

CELLULOSE, WOOD PULP, WASTE PAPER, TECHNICAL CONDSTIONS,
CARDBOARD MACHINE, PRESS, CARDBOARD FOR CONSUMER PACKAGING

ЗМІСТ

<u>ВСТУП.....</u>	<u>9</u>
<u>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....</u>	<u>11</u>
<u>1 ІННОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ ДЛЯ СПОЖИВЧОЇ ТАРИ.....</u>	<u>12</u>
<u>2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</u>	<u>21</u>
<u>2.1 Вимоги до сировини та готової продукції</u>	<u>21</u>
<u>2.2 Технологічна схема виробництва картону для споживчої тари</u>	<u>32</u>
<u>2.3 Опис технологічної схеми</u>	<u>42</u>
<u>2.3 Матеріальний баланс виробництва картону для споживчої тари.....</u>	<u>48</u>
<u>2.4 Розрахунок основного технологічного обладнання.....</u>	<u>59</u>
<u>2.5 Розрахунок теплового балансу.....</u>	<u>72</u>
<u>3 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ ТА КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ.....</u>	<u>74</u>
<u>БУДІВЛІ.....</u>	<u>74</u>
<u>4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ.....</u>	<u>77</u>
<u>5 СТАРТАП-ПРОЕКТ.....</u>	<u>80</u>
<u>ВИСНОВКИ.....</u>	<u>92</u>
<u>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</u>	<u>93</u>
<u>ДОДАТОК.....</u>	<u>95</u>

ВСТУП

Продукція целюлозно-паперової промисловості на сьогоднішній день досить широко використовується у повсякденному житті. Один із напрямків використання - це виробництво гофропакування.

Підприємство ТОВ «Торгтехніка КПК» є виробником гофрокартону та ящиків з нього. Тим самим є споживачем паперу та картону, які використовуються як сировина. Позитивна динаміка розвитку говорить про те, що зростає потреба в сировині, а в умовах високої конкуренції зростають і вимоги до її якості. Нажаль не всі виробники картону та паперу на ринку України спроможні забезпечити сировиною належної якості. Тому будівництво цеху з метою виробництва картону, який буде базою для виробництва пакувальної продукції, є актуальною темою для цього підприємства.

Картон для споживчої тари може використовуватися як в якості сировини при виробництві гофрокартону, так і в якості окремого продукту. Його застосовують для виготовлення внутрішніх і зовнішніх шарів гофрованого картону, та для виготовлення окремого одношарового коробу [3]. Він має високу білість, гладкість та високі друкарські властивості. Основною характеристикою картону для споживчої тари є: він може бути крейдованим та некрейдованим, виготовлятися з вибіленої та невибіленої целюлози, деревної маси та макулатури.

Целюлозно-паперова промисловість є специфічною галуззю економіки, в якій спостерігається постійний рух в напрямку вдосконалення підходів до функціонування підприємств, автоматизації та підвищення енергоємності виробництва. Зважаючи на наявний попит на продукцію даної промисловості, технологічний процес її виготовлення повинен відповідати найвищим стандартам якості та безпечності та отримувати капітальні інвестиції [21].

На думку деяких експертів промислово розвинених країн, у цей час, з погляду економіки, доцільно переробляти до 56% макулатурної сировини від загальної кількості макулатури. Сучасні технології й устаткування для переробки

макулатурної маси дозволяють застосовувати її не тільки для вироблення низькоякісної, але й високоякісної продукції. Одержання високоякісної продукції вимагає наявності додаткового встаткування та введення хімічних допоміжних речовин для облагороджування маси. Ця тенденція зрозуміло проглядається в описах закордонних технологічних ліній [21].

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

НД – нормативна документація

НТД – нормативно-технічна документація

ПРМ – папероробна машина

КРЦ – картонноробний цех

ТУ – технічні умови

ЦПП – целюлозно-паперова промисловість

1 ІННОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ ДЛЯ СПОЖИВЧОЇ ТАРИ

Підприємство ТОВ «Торгтехніка КПК» є виробником гофрокартону та ящиків з нього, яке дуже стрімко розвивається. Потреба в сировині зростає, а в умовах високої конкуренції зростають і вимоги до якості вхідної сировини та продукції, що виробляється. А також є потреба у розширенні асортименту продукції, що виготовляється. На ринку України недостатньо виробників якісного картону та паперу, які б могли забезпечити вимоги нашого підприємства ТОВ «Торгтехніка КПК». Тому задача будівництва цеху з метою виробництва картону, який буде базою для виробництва пакувальної продукції, є актуальною темою на сьогодні.

Темою магістерської дисертації обрано виробництво картону для споживчої тари. Даний продукт можна використовувати як поверхневий шар гофрокартону, та як окремий продукт для виготовлення упаковки.

Перед підприємством ТОВ «Торгтехніка КПК» стоять задачі будівництва цеху з виробництва та забезпечення сучасним обладнанням з використанням новітніх технологій, що дозволить виробляти картон підвищеної якості та з конкурентноспроможною собівартістю.

З метою підвищення продуктивності та якості у процесах виробництва картону для споживчої тари можуть бути запропоновані рішення, впровадження яких можливі в процесі проектування цеху з виробництва в тому числі і картону для споживчої тари.

Розглянемо інновації в технології виробництва картону для споживчої тари.

1.1 Запропоновані інновації

1.1.1 Встановлення в пресовій частині картонноробної машини Tri-Vent пресу.

В роботі приділено увагу пресовій частині картонноробної машини (КРМ), а саме:

- пропонується встановити Tri-Vent прес, який добре себе зарекомендував у целюлозно-паперовій галузі за використання його на високошвидкісних машинах в

процесі виготовлення картонно-паперової продукції. Tri-Vent прес вирізняється від більш відомих пресів таких як, наприклад, Tri-Nip прес, тим, що на гранітному валу встановлено третій жолобчастий вал з власним сукном. Відсмоктувальний вал преса виготовлений з нержавіючої сталі без гумового облицювання, а жолобчасті вали мають поліуретанові покриття. Така конфігурація дозволяє працювати з більш високим лінійними тисками в захватах, а також використовувати парову камеру біля поверхні відсмоктувального валу для коригування профілю вологості. Перша вільна проводка полотна паперу (картону) відбувається після останньої зони пресування. Тому обривність паперового полотна в процесі роботи на високих швидкостях мінімізується.

Пресова частина більшості сучасних ПРМ (КРМ) складається з компактного багатовального пресу з трьома або чотирма зонами пресування, після якого за необхідності може встановлюватися один або два окремих двовальних преса. Tri-Vent прес (рис. 1.1) має чотири зони пресування, тому для встановлення додаткових пресів в процесі виготовлення картону для споживчої тари немає необхідності.

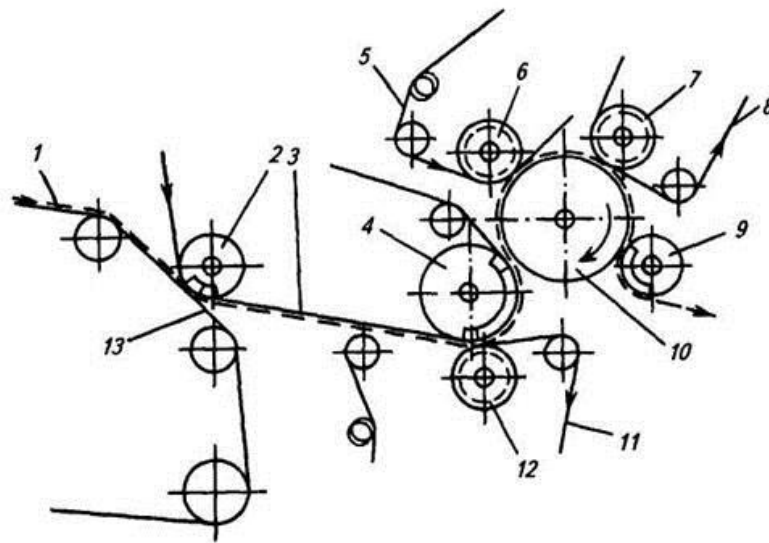


Рисунок 1.1 Tri-Vent прес:

1 - паперове полотно; 2 - пересмоктувальний вал; 3 - сукно «пікап»; 4 - відсмоктувальний вал; 5, 8 - верхні сукна; 6, 7, 12 - жолобчасті вали; 9 - папероведучий валик; 10 - гранітний вал; 11 - нижнє сукно; 13 - сітка.

В кінці сіткової частини КРМ в полотні паперу (картону) залишається велика кількість вологи – близько 80 % [4]. Окрім вологи, яка утримується капілярними силами, в полотні залишається частина вільної вологи, котра не може бути видаленою через недостатнє розрідження та короткий період дії вакууму [11].

Після проходження сіткової частини сухість паперового полотна складає близько 20 % і полотно паперу (картону) передається до пресової частини для подальшого зневоднення [4]. У процесі пресування волога видаляється з полотна шляхом його ущільнення під дією зовнішнього навантаження, в результаті чого збільшується міцність полотна. Таким чином, основними задачами пресової частини є зневоднення паперового полотна, забезпечення необхідних якісних показників продукції та надійність роботи папероробної машини [2]. В результаті пресування також зростають сухість, міцність та щільність паперу [4].

Пресування відіграє важливу роль при виробництві паперу та картону, адже від ефективності роботи пресової частини також залежать витрати на сушіння паперу та продуктивність машини в цілому [5]. З метою зменшення сушильної пари в сушильних циліндрах намагаються досягти якомога вищої сухості полотна на пресовій частині, проте без втрати необхідних фізико-механічних властивостей.

Теорія процесу пресування паперового полотна представляє собою одну з найскладніших задач сучасної механіки [2]. Проблема полягає у пошуку спільного рішення задачі фільтрації води та повітря в деформуючому неоднорідному пористому середовищі і задачі контакту двох валів, що обертаються [10]. Крім того вали можуть мати покриття із матеріалів, що мають в'язкопружні властивості. Також необхідно враховувати великий ступінь деформації паперового полотна та нелінійність рівнянь, що описують процес. Для оцінки ефективності зневоднення паперового полотна на пресовій частині папероробної машини використовують показники вологості (сухості) та вологовміст паперового полотна [4].

В якості основних параметрів процесу пресування використовують такі величини [3]:

- лінійний тиск між валами та середній тиск;
- ширина зони пресування та час пресування;
- пресовий імпульс.

Через високі швидкості сучасних КРМ, час пресування паперового полотна незначний (його вимірюють в мілісекундах) [10]. Через складність безпосереднього

визначення ширини зони пресування на практиці використовують лінійний, а не середній тиск [4]. Проте лінійним тиском, як основним параметром процесу пресування, можна користуватись лише за порівняння двох пресів з однаковими діаметрами. Це пов'язано з тим, що за однакових лінійних тисків, але різних діаметрів валів, будуть різні умови пресування [4]. В пресі з валами більшого діаметру буде ширша зона пресування, а відповідно нижчий середній тиск між валами. А отже кінцева сухість паперового полотна також буде нижчою. Тому одним із рішень являється використання пресового імпульсу [2]:

$$i = P_{cp} T = qv, \text{ МПа} \cdot$$

де P_{cp} – середній тиск, МПа;

T – час пресування, с;

q – лінійний тиск між валами, кН/м;

v – швидкість машини м/с.

Під час проектування пресової частини основні фактори, що визначають ефективність пресування розділяють на дві групи: технологічні і конструктивні [11]. До конструктивних відносять тип пресу, діаметр валів, механічні властивості поверхні валів, конструкція пресових валів, тип пресових сукон та їх кількість. До технологічних – швидкість машини, лінійний тиск, маса 1 м^2 паперу.

Для досягнення більшої сухості паперового полотна доцільно застосовувати преси з подовженою зоною пресування, збільшують діаметри валів, використовують башмакові преси, де збільшений час пресування [4]. При цьому необхідно враховувати негативний вплив на сухість після пресу фактору зворотного поглинання [2].

Одним з найважливіших технологічних факторів є композиція паперового полотна [4]. Відомо, що здатність паперового полотна віддавати вологу залежить від ступеня млива маси [4]. Також встановлено, що різні види паперу за рівнозначного ступеня млива по-різному зневоднюються. Тому найважливішою характеристикою, що визначає властивості паперу віддавати воду в процесі пресування, є коефіцієнт водовтримання [3]:

$$K = m_v / m_m,$$

де: m_v – маса води, що залишилась в матеріалі після пресування,

m_m – маса сухого волокна.

Маючи значення коефіцієнта водовтримання, можна розрахувати значення граничної (максимальної) сухості в процесі пресування даного матеріалу [11]:

$$CL = 1001 + K,$$

де: K – коефіцієнт водовтримання.

Встановлено, що паперова маса меншого градуса млива має меншу поверхню контакту волокон, а відповідно створює менший опір в зоні пресування [4]. Тому її гранична сухість буде вищою. Також для підвищення ефективності роботи пресової частини застосовують підігрів паперового полотна [2]. В більшості випадків підвищення температури полотна на 10^0C призводить до підвищення сухості на 1...3% [2].

Метою процесу пресування є отримання паперового полотна після пресової частини папероробної машини з якомога меншим вмістом води [4]. Отже, для досягнення поставленої мети доцільно встановлювати вали з поперечною фільтрацією води (жолобчаті вали, вали з глухими отворами, відсмоктуючі вали), підвищувати температуру паперового полотна перед пресуванням та одразу після пресу відразу відділяти паперове полотно від вологого сукна, збільшувати час пресування та тиск в допустимих межах [4]. В результаті інтенсифікація процесу пресування дозволить зменшити витрати пари в сушильній частині, що значно зменшить енерговитрати, а, отже, і собівартість кінцевого продукту [4].

1.1.2 Встановлення в потоці нижнього шару вертикального гідророзбивача HDC високої концентрації фірми Voith Paper [16]

Вертикальний гідророзбивач HDC фірми Voith Paper [16] з гвинтовим ротором використовується для розволокнення макулатури при концентрації 13-17% [5]. Ванна гідророзбивача має діаметр від 5,5 м, на внутрішній поверхні ванни

встановлені дефлектори для інтенсифікації процесу поділу макулатурної сировини на волокна [4].

Перевагами даного апарату є ефективне розволокнення без подрібнення домішок і низький вміст нерозволокнених пелюсток макулатури [3]. Ефективна конструкція гідророзбивача дозволяє знизити питомі витрати енергії на розволокнення. Слід зазначити, що в даному обладнанні забезпечуються оптимальне змішування хімічних реагентів з масою і ефективне відділення частинок друкарської фарби від волокон. Ротор гідророзбивача виготовлений з високоміцної вуглецевої сталі і оброблений епоксидною фарбою [16].

Головний недолік застарілих моделей гідророзбивачів полягає в інтенсивному подрібненні сторонніх включень і їх подальшому тривалому видаленні на інших стадіях переробки макулатури: загальний вміст домішок і нерозволокнених пучків волокон (пелюсток) досягає 20% [5].

Мета розволокнення полягає в максимальному поділі макулатурної сировини на окремі волокна для отримання волокнистої суспензії [4]. Висока турбулентність руху маси і необхідні зусилля зсуву, створювані лопатями ротора гідророзбивача, повинні забезпечувати руйнування вторинної волокнистої сировини і відділення частинок домішок від волокон. При цьому виникає тертя, що сприяє розділенню макулатури на волокна [5].

Вертикальні гідророзбивачі оснащені камерою відходів, жгутоуловлювачем, призначеним для видалення легких неволокнистих домішок, які при інтенсивному обертанні потоку маси здатні закручуватися в джгут (полімерні плівки, мотузки та інше), і жгуторізка для розрізання утвореного джгута з метою його подальшої утилізації [16].

Розволокнення макулатури в гідророзбивачі відбувається за рахунок гідродинамічних зусиль зсуву, що виникають при турбулентному русі маси, сил тертя між волокнами, особливо в зазорі між обертовими лопатями ротора і поверхнею сита [4].

Ефективність роботи гідророзбивача залежить від його конструкції і умов процесу, зокрема від температури і концентрації маси [5].

Підвищення концентрації маси збільшує тертя між волокнами і зусилля зсуву при зменшенні тривалості процесу і зниженні питомої витрати енергії на розволокнення макулатури [5]. Залежно від використовуваної концентрації маси при розволокненні макулатури застосовують різні типи роторів і системи очищення гідророзбивачів [16].

Розволокнення за високої і середньої концентрації маси зазвичай проводиться в періодичному режимі, а за низької концентрації - в безперервному режимі [5]. Перевагою гідророзбивачів, що працюють за підвищеної концентрації, є більш «м'які» умови розволокнення макулатури за мінімального руйнування домішок і низькій питомій витраті енергії [16].

Робота гідророзбивачів періодичної дії складається з окремих етапів подачі води і макулатури: власне розволокнення макулатури, розведення маси водою, випуску отриманої макулатурної маси і видалення відходів [11]. Тривалість етапу розволокнення макулатурної сировини становить близько двох третин загальної тривалості роботи гідророзбивача [5].

Таким чином, ефективне розволокнення макулатурної сировини в «м'яких» умовах забезпечує скорочення витрат на подальшу обробку отриманої волокнистої суспензії і зниження втрат волокна, що минає разом з відходами [16].

1.1.3 Використання у обраних дискових млинах алмазовмісної гарнітури [11].

Основними технологічними характеристиками дискових млинів є: секундна ріжуча довжина ножів, площа контакту робочих поверхонь ножів ротора і статора, секундна розмелювальна поверхня ножів і питоме навантаження на крайку ножів [5].

Розмелююча гарнітура дискових млинів - важлива частина цього обладнання, що впливає на ефективність процесу розмелювання [5]. Тому важливо врахувати

матеріал, мікроструктуру робочої поверхні, мікрогеометрію робочих кромek, товщину ножів та інше та підібрати найбільш сучасну гарнітуру.

В даній роботі запропоновано використання алмазовмісної гарнітури, яка має такі властивості як: високу стійкість до зносу та корозії та низький коефіцієнт тертя [5].

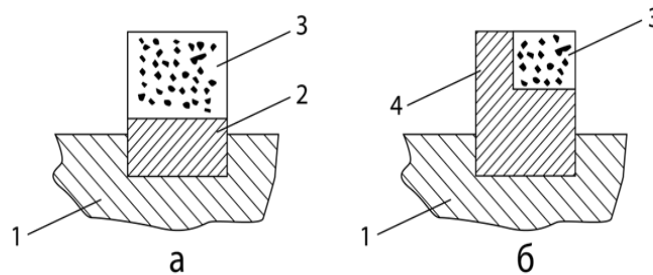


Рисунок 1.2 Конструкція ножа алмазовмісної гарнітури

а – з підложкою , б – з підпірною стінкою;

1- корпус диску, 2- підложка, 3- алмазовмісна вставка, 4 - корпус ножа

Конструкція алмазовмісної гарнітури зі змінними ножами у порівнянні з традиційною металевою дозволяє збільшити строк служби млинів у 5-6 разів, знизити до 20% енерговитрати, зекономити нержавіючу сталь [5]. Можливе здешевлення алмазовмісної гарнітури шляхом часткової заміни алмазного порошку порошком карбіду бору. Технологія розмелювання із застосуванням алмазовмісної гарнітури, яка заснована на принципі східчастого зниження зернистості алмазного порошку та навантаження на ножі дозволяє підвищити якість готової продукції при зниженні її собівартості [5].

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вимоги до сировини та готової продукції

Целюлоза сульфатна вибілена з хвойних порід деревини

В процесі виробництва картону для споживчої тари в якості напівфабрикату для поверхневого шару використовується целюлоза сульфатна вибілена з хвойної деревини (ГОСТ 9571-89) [8].

Показники якості целюлози, яка використовується в процесі виробництва картону для споживчої тари, наведено в табл.2.1.

В залежності від призначення і показників якості целюлоза повинна виготовлятися наступних марок [8]:

ХБ-0; ХБ-1; ХБ-2; ХБ-4; ХБ-5; ХБ-6; ХБ-7 (див. табл.2.2).

Таблиця 2.1 Показники якості целюлози

Назва показника	Значення для марки							Методи випробування
	ХБ-0	ХТ-1	ХБ-2	ХБ-4	ХБ-5	ХБ-6	ХБ-7	
1.Механічна міцність при розмелюванні на млині ЦРА до 60° ШР: -розривна довжина, км, не менше	9,0	7,8	7,8	7,4	8,5	8,7	67,4	Згідно ГОСТ 13523.1
- міцність на злам при багаторазових перегибах, кількість подвійних перегинів, не менше	1300	1100	800	700	1000	1300	800	Згідно ГОСТ 12523
2. Білість, %, не менше	90	88	86	87	82	80	81	Згідно ГОСТ 7690
3. рН водної витяжки	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	Згідно ГОСТ 12523 та п. 3.4 ГОСТ 9571

Продовження таблиці 2.1

4. Сорність, шт. для смітинок площею: - от 0,1 до 1,0 мм ² включ., не більше	25	70	70	60	90	150	120	Згідно з ГОСТ 7890
- вище 1,0 до 2,0 мм ² включ., не більше	0	0	2	2	5	15	10	
- вище 2,0 до 3,0 мм ² включ., не більше	0	0	0	0	0	10	5	
- вище 3,0 мм ²	0	0	0	0	0	0	0	
5. Вологість, %, не більше	20	20	20	20	20	20	20	Згідно ГОСТ 16932 розд. 3

Таблиця 2.2 - Марки целюлози і їх призначення

Марка целюлози	Призначення
ХБ-0	Для вищих марок паперу для друку, кресленні, малювання і паперу для документів
ХБ-1	Для паперу типу основи: дізпаперу, фотонапівпровідниковому паперу, електрофотографічного паперу, синтетичного шпону
ХБ-2	Для пергаменту, масових видів паперу для друку, креслення, малювання
ХБ-4	Для санітарно-побутового призначення
ХБ-5	Для тонких міцних видів паперу різного призначення: типу креслярського прозорого паперу, кальки паперової натуральної
ХБ-6	Для основи парафінового паперу
ХБ-7	Для різних видів пакувального паперу, паперу для шпалер, пакувального картону

Целюлоза сульфатна вибілена з листяних порід деревини

В процесі виробництва картону для споживчої тари використовується целюлоза сульфатна вибілена з листяних порід деревини (ГОСТ 28172-89) [].

Показники якості целюлози, яка використовується в процесі виробництва картону для споживчої тари, наведено в табл.2.3 [8].

Залежно від призначення і показників якості целюлоза повинна виготовлятися наступних марок: ЛС-0, ЛС-1, ЛС-2, ЛС-3 и ЛС-4 [8].

Таблиця 2.3 – Марки целюлози і їх призначення

Марка целюлози	Призначення
ЛС-0	Для вищих марок паперу, паперу креслярського, малювання і паперу для документів, для виготовлення шпалер засобом глибокого флексографічного друку
ЛС-1	Для паперу обкладинкового, друкарського №1, етикеткового, сигаретного, писального №1, офсетного №1, картографічного, паперу для документів, паперу-основи для перевідних зображень, пакувального пергаменту
ЛС-2	Для паперу друкарського №2, офсетного №2, паперу для документів, карткового, для шпалер
ЛС-3	Для паперу писального № 2, для пакування продуктів на автоматах, покривних шарів паперу, санітарно-побутового та гігієнічного призначення та картону
ЛС-4	Для паперу писального кольорового, обгорткового, пакувального пачкового для цигарок

Біла деревна маса

Згідно з ГОСТ 10014 – 73 [8] в залежності від призначення та показників якості біла деревна маса повинна випускатися наступних марок:

А – вибілена деревна маса для часткової заміни вибіленої целюлози в композиції друкарського та писального паперу;

Б – біла деревна маса для типографського та писального паперу в композиції з вибіленою целюлозою, а також для деяких видів паперу в композиції з невибіленою целюлозою;

В – біла деревна маса для писального, кольорового, обгорткового, мундштучного, афішного паперу і картону в композиції з невибіленою целюлозою, а також для паперу і картону з покривним шаром;

Г – біла деревна маса для пачкового, текстильних патронів і конусів, обгорткового паперу, тари для яєць та інших видів паперу в композиції з невибіленою целюлозою;

К – біла деревна маса для ящикового картону марок Б, В, Г переплетеного та деяких інших видів.

Показники якості деревної маси наведено в табл. 2.4. Даним проектом передбачено використання деревної маси марки К.

Таблиця 2.4 – Показники якості деревної маси

Назва показника	Норми для марок					Метод випроб.
	А	Б	В	Г	К	
1. Ступінь млива, °ШР, не більше	75	75	75	-		За ГОСТ 14363.4
2. Розривна довжина, м, не менше	2900	2900	2600	2200	1900	За ГОСТ 13525.1
3. Склад деревної маси за довжиною волокон:						
масова частка для першої фракції (залишок волокна на сітці 9/9), %	20±3	20±3	20±3	-		За ГОСТ 13425
4. Засміченість - число смітинок на 1 м ² :						За ГОСТ 14363.3
площею 0,1 до 0,5 мм ² , не більше	500	800	1200	-	-	
площею від 0,5 мм ²	Не допускається			-	-	
площею від 0,1 до 1,0 мм ² , не більше	-	-	-	2700	-	
площею від 1,0 мм ²	-	-	-	-	-	
5. Білість, %, не менше	72	-				За ГОСТ 7690
6. Вологість, %, не більше	53	53	53	53	53	За ГОСТ
7. Вологість розрахункова, %	12	12	12	12	12	16932

Макулатура паперова і картонна

В процесі виробництва картону для споживчої тари використовується макулатура паперова і картонна (ДСТУ 3500) [8].

Цей стандарт поширюється на макулатуру паперову і картонну (далі- макулатура), яка використовується як вторинна сировина для виготовлення паперу, картону та інших виробів.

Стандарт не поширюється на макулатуру несортовану та непаковану.

В залежності від складу макулатура поділяється на чотири групи [8]:

- А – макулатура з високими паперотворними властивостями;
- Б – макулатура з середніми паперотворними властивостями;
- В – макулатура з низькими паперотворними властивостями;
- Г – макулатура, яка важко розпускається.

3.2 Макулатура кожної групи залежно від складу, джерел надходження, кольору і здатності до розпуску поділяється на марки згідно з табл. 2.5[8].

Таблиця 2.5 Марки макулатури

Група	Марка	Склад
А	МС-1А-1	Відходи перероблення білого непігментованого паперу із 100 % біленої целюлози без друку та лініювання, без ламінованого, лакованого, парафінованого та іншого покриття і просочення (синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо): папір для друку, малювання, писальний, креслярський, санітарно-гігієнічного призначення та інші види білого паперу без гільз.
	МС-1А-2	Відходи перероблення білого паперу із 100 % біленої целюлози, в тому числі пігментованого, без друку та лініювання, без ламінованого, лакованого, парафінованого та іншого покриття і просочення (синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо): папір для друку, малювання, писальний, креслярський та інші види білого паперу без гільз.
	МС-2А-1	Відходи перероблення білого паперу різного за складом, з лініюванням або без нього (крім газетного) без пігментованого покриття, без покриття і просочення синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо та без ламінування.
	МС-2А-2	Відходи перероблення білого паперу (крім газетного) з лініюванням, кольоровою смужкою (площа друку не більше 20 % площі поверхні), у тому числі з пігментованим покриттям, але без покриття і просочення та без ламінування.

Продовження таблиці 2.5

Група	Марка	Склад
	МС-3А	Відходи виробництва, перероблення та споживання продукції із небіленої целюлози: паперу: для гофрування (флютинг); пакувального; шпагатного; патронного; мішкового; основи абразивного; основи для клейової стрічки; картону: для плоских шарів гофрованого картону (крафт-лайнера) та інших видів; перфокарт; паперового шпагату та інших видів. Відходи виробництва мішків паперових невологомісних (без бітумного просочування, прошарку і армованих шарів)
	МС-4А	Використані мішки паперові невологомісні (без бітумного просочування, прошарку і армованих шарів)
	МС-5Б-1	Відходи виробництва, перероблення та споживання гофрованого картону та гофротара із небіленої целюлози
	МС-5Б-2	Відходи виробництва та перероблення гофрованого картону різного сировинного складу та гофротара, яка не була у використанні
	МС-5Б-3	Гофрокартон та гофротара всіх видів з друком та без нього після використання
	МС-6Б-1	Відходи перероблення картону із біленої целюлози без друку
Б	МС-6Б-2	Відходи перероблення картону із біленої целюлози з чорно-білим та кольоровим друком
	МС-6Б-3	Відходи перероблення та споживання картону всіх видів (крім електроізоляційного, покрівельного та взуттєвого), у тому числі з чорно-білим та кольоровим друком
	МС-7Б-1	Відходи виробництва поліграфічної галузі: обрізки, книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги та інші види продукції без опрацювання; нереалізовані книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги, блокноти, зошити, записні книжки, плакати та інші види друкованої продукції і паперових білових товарів, які видано на білому папері, крім газетного з однофарбовим та кольоровим друком, без твердого приклеєного опрацювання, палітурок, обкладинок та корінців

Закінчення таблиці 2.5

Група	Марка	Склад
	МС-7Б-2	Використані книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги, блокноти, зошити, записні книжки, плакати та інші види друкованої продукції і паперово-білових товарів, які видано на білому папері, крім газетного з однофарбовим та кольоровим друком, без твердого приклеєного оправлення, палітурок, твердих обкладинок та корінців
В	МС-8В-1	Відходи перероблення газетного паперу без друку
	МС-8В-2	Відходи газетного паперу з друком та нереалізовані тиражі газет
	МС-8В-3	Газети, що були у використанні
	МС-9В	Паперові та картонні гільзи, шпулі, втулки (без стрижнів і корків, без покриття і просочення)
	МС-11В	Відходи перероблення та споживання картону і паперу різноманітних видів та кольорів, окрім чорного та коричневого: санітарно-гігієнічного призначення, обкладинкового, світлочутливого, в тому числі задрукованого на апаратах розмножувальної техніки або принтерах, афішного, шпалерного (без покриття), пачкового, шпульного, фільтрувального тощо
	МС-14Г	Відходи банкнотного паперу і банкнот, зношені банкноти
Г	МС-12Г	Відходи виробництва, перероблення та споживання паперу, картону та гофрокартону з просоченням і покриттям, в тому числі вологоміцні, ламіновані, проклеєні спеціальними клеями; паперові мішки, виготовлені з паперу зазначених видів; електроізоляційний папір та картон, шпалери, книги, журнали, надруковані на лакованому папері
	МС-13Г	Відходи виробництва, перероблення та споживання паперу та картону чорного і коричневого кольорів, папір копіювальний, для обчислювальної техніки, папір пігментований і ґрунтований, покрівельний картон тощо

Крохмаль модифікований. Технічні умови ТУ У 24885977.001 : 2001

В процесі виробництва картону для споживчої тари використовується крохмаль модифікований [8].

Технічні умови поширюються на крохмаль модифікований, призначений для використання у виробництві картону та паперу [8].

Крохмаль модифікований повинен вироблятися марок:

КМС - призначена для міжшарового, поверхневого та внутримасного проклеювання під час виробництва картону та паперу;

КММ - призначена для виготовлення пігментувальних паст під час виробництва картону та паперу.

Показники якості крохмалю модифікованого повинні відповідати вимогам, наведеним у табл. 2.6 [8].

Таблиця 2.6 Показники якості крохмалю модифікованого

Назва показника	Норма для марки		Метод випробування
	КМС	КММ	
1. Масова частка фосфору, %	0,4 - 2,0	0,5 - 3,0	5.5 цих технічних умов
2. Масова частка карбаміду, %	2,0 - 5,0	4,0 - 10,0	5.4 цих технічних умов
3. Масова частка вологи, % не більше	13,0	13,0	Згідно з ГОСТ 7698
4. рН водного розчину	6,0 - 8,0	6,0 - 8,0	Згідно з ГОСТ 12523 та 5.6 цих технічних умов
5. Умовна в'язкість, с: за масової частки зависі, %			Згідно з ГОСТ 8420
5	20-30	-	
15	-	14-18	
2	-	22-28	

Каолін

В процесі виробництва картону для споживчої тари використовується каолін збагачений для виробництва паперу і картону, показники якого нормуються у відповідності з ГОСТ 19285 [8].

В табл. 2.7, 2.8 наведено показники якості каоліну [8].

Таблиця 2.7 - Показники норм якості каоліну для нанесення покриттів [8]

Назва показника	Норма для марки				Метод випробування
	КП-87	КП-86	КП-84		
			1-й сорт	2-й сорт	
1.Білість (коефіцієнт відображення), %, не менше	87	85	84	84	Згідно з ГОСТ 16680-79
2.Залишок, %, не більше на сітці №:	Відсутнє				Згідно з ГОСТ 19286-79
02					
009	0,01	0,02	0,03	0,04	
3.Масова частка частинок розміром більше 10 мкм, %, не більш	0,2	0,3	0,5	1,0	Згідно з ГОСТ 23905-79
4. Масовая частка частинок розміром менше 2 мкм, %, не менше	92	85	80	75	Згідно з ГОСТ 23905-79
5. Величина концентрації водневих іонів водної витяжки (рН)	5,5-7,0				Згідно з ГОСТ 19609.19-89
6.Масова частка вологи, %, не більше	12	12	12	12	Згідно з ГОСТ 19609,14-89

Таблиця 2.8 – Показники норм якості каоліну для наповнення

Назва показника	Норма для марки						Метод випробування
	КН-83	КН-80	КН-77		КН-74		
			1-й сорт	2-й сорт	1-й сорт	2-й сорт	
1.Білість (коефіцієнт відображення),%, ±1	83	80	77	77	74	74	Згідно з ГОСТ 16680-79
2.Залишок, %, не більше, на сітці №:							Згідно з ГОСТ 19286-77
02	0,02	0,05	0,05	0,1	0,05	0,1	
009	0,3	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	
3.Масова частка вологи, %, не більше	22	22	22	22	22	22	Згідно з ГОСТ 19609,14-89

Картон для споживчої тари (ГОСТ 7933-89)

Залежно від застосування і показників якості картон повинен виготовлятися підгруп. Деякі зазначені в табл. 2.9 [7].

Таблиця 2.9 – Підгрупи картону для споживчої тари [7]

Назва підгрупи картону	Характеристика картону	Застосованість
Хромовий	Крейдований та некрейдований з вибіленої целюлози	Для виготовлення споживчої тари з багатофарбним друком
Хром-ерзац	Крейдований та некрейдований з вибіленої целюлози та невібіленої целюлози, деревної маси, макулатури	Для виготовлення споживчої тари з одно- або багатофарбним друком

Показники якості картону для споживчої тари повинні відповідати нормам технічних умов (ГОСТ 7933-89) [7] і наведені у табл. 2.10.

Таблиця 2.10– Показники якості картону для споживчої тари [7]

Назва показника	Норма для картону підгрупи			Методи випробування
	Хромовий	Хром-ерзац	Хром-ерзац склеєний	
1. Маса картону площею 1 м ² , г	170-850	170-850	600-2500	Згідно з ГОСТ 12432
2. Товщина, мм	0,30-1,50	0,30-1,50	1, 0-3,0	Згідно з ГОСТ 27015
3. Жорсткість при статичному згині у поперечному напрямку для картону масою 1 м ²				
170- 250	0,30-0,70	0,20-0,60	-	Згідно з ГОСТ 9582 та п. 4.4 ГОСТ 7933-89
250-400	0,40-3,00	0,30-2,50	-	
400-600	0,90-8,00	0,80-6,00	-	
600-850	1,80-30,0	1,60-20,0	-	

Закінчення таблиці 2.10

4. Межа міцності за розшарування, кПа	150-180	140-180	-	Згідно з ГОСТ 13648. 6 Метод 1
5. Опір розшаруванню, Н	100-150	90-150	60-150	Згідно з ГОСТ 13648. 6 Метод 2
6. Енергія зв'язку, Дж /м ²	90-140	80-140	-	п. 4.5 ГОСТ 7933-89
7. Стійкість поверхні покривного шару до вищипування у машинному напрямку , м/с	1,6-2,2	1,6-2,2	1,6-2,2	Згідно з ГОСТ 24356 та п. 4.6 ГОСТ 7933-89
8. Гладкість зі сторони крейдованого шару, с	50-200	30-200	30-180	Згідно з ГОСТ 12795
9. Шорсткість зі сторони покривного шару, мл/хв. для картону: крейдованого некрейдованого	10-150 60-400	15-150 90-400	20-200 100-500	п. 4.7 ГОСТ 7933-89
10. Білість зі сторони покривного шару,%: з целюлози з облагороженої макулатурної маси,	80-86 -	73-86 65-84	73-86 65-84	Згідно з ГОСТ 7690
11. Вологість, %	5,0-12,0	5,0-12,0	5,0-12,0	Згідно з ГОСТ 13525.19

2.2 Технологічна схема виробництва картону для споживчої тари

Технологічна схема виробництва картону для споживчої тари наведена на рис. 2.1.

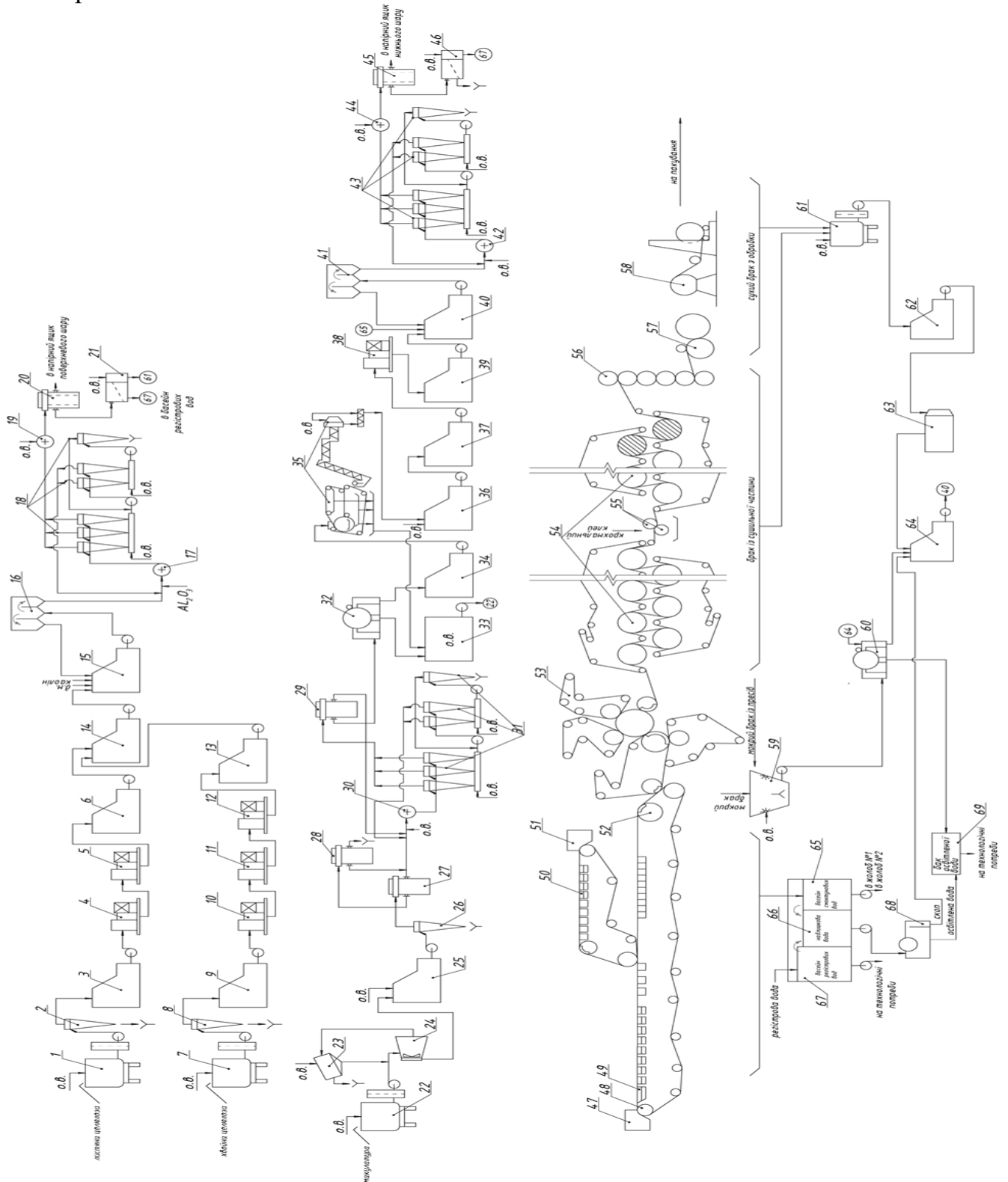


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва картону для споживчої тари

2.2.1 Опис технологічної схеми

Підготовка та розмелювання волокнистих напівфабрикатів

Підготовка маси відбувається двома окремими потоками:

- 1) потік поверхневого шару;
- 2) потік нижнього шару;

Потік поверхневого шару

Для виготовлення поверхневого шару картону для споживчої тари хром-ерзац використовують:

- целюлозу сульфатну вибілену з хвойної деревини;
- целюлозу сульфатну вибілену із суміші листяних порід деревини.
- білу деревну масу.

Листяна та хвойна целюлоза двома потоками у співвідношенні 40 : 60 (в загальному співвідношенні до вихідних напівфабрикатів – 15%) зі складу сировини автозавантажувачем подаються в розмелювально-підготовчий відділ поверхневого шару [2].

Кіпи целюлози звільняються від дроту і потім окремими листами по транспортеру подаються, відповідно, в гідророзбивачі листяної (1), та хвойної (7) целюлоз. Розпуск відбувається у водному середовищі за використання оборотної води, яка подається насосами з басейну реєстрових вод (63) поверхневого шару. Гідророзбивачі (1) та (7) низької концентрації ємністю 6,5 м³ оснащені ротором і ситовою плитою, яка розташована під ротором, з діаметром отворів 15 мм [3].

За допомогою відцентрових насосів маса з листяної та хвойної целюлози подається в очищувачі високої концентрації (2) і (8) відповідно, далі маса подається у приймальні басейни листяної (3) та хвойної (9) целюлози, об'ємом 200 м³, де відбувається акумулювання маси перед її розмелюванням. Звідти маса подається на групу дискових млинів: листяної - в (4) та (5), хвойної – в (10),(11),(12), які розташовані послідовно. Для целюлози хвойних порід деревини розмелювання проводиться у 3 ступені, для суміші листяних порід у 2 ступені [2].

Масова частка волокна в гідророзбивачах знаходиться в межах 3,5 %. Тривалість набухання та розпуску волокнистого напівфабрикату 20-30 хв. Після розмелювання ступінь млива маси складає 42-44 ° ШР [4].

Після дискових млинів маса з листяної целюлози подається в акумулюючий басейн розмеленої маси (6), а маса з хвойної целюлози подається в акумулюючий басейн розмеленої маси (13), далі з цих басейнів маса з листяної целюлози та з хвойної целюлози подається в композиційний басейн (14). Далі маса подається в машинний басейн (15). Сюди ж подається біла деревна маса рідким потоком за концентрації 3,5 % у кількості 20% (абс. сух.) до загальної маси вихідних волокнистих напівфабрикатів та дозуються хімічні допоміжні речовини, а саме: каолін для надання поверхневому шару картону білості і непрозорості, а потім маса подається в бак постійного рівня (16) [2].

Після цього волокниста суспензія подається у змішувальний насос (17), де розбавляється Al_2O_3 (глинозем) для закріплення каоліну до концентрації 0,73 % і направляється для очищення на три ступені вихрових конічних очисників SVO - 25 (18). Очищена маса після I ступеня подається через змішувальний насос (19), куди подається обігова вода у вузловловлювач (20), а відходи – в жолоб №1, де розбавляється обіговою водою та відцентровим насосом подаються на II ступінь центриклинерів. Очищена маса після II ступеня направляється у відсмоктуючий патрубок насоса змішувача для повторного очищення, а відходи з II ступеня направляються в жолоб № 2, де після розбавлення обіговою водою до концентрації 0,602 % подаються на III ступінь очищення. Очищена маса після III ступеня подається для повторного очищення на II ступінь центриклинерів, а відходи направляються у відвал. Відходи вузловловлювача подаються на вібросортувалку (21). Очищена маса після вузловловлювача (20) направляється в напірний ящик поверхневого шару (51) [3].

Відходи із вібросортувалки надходять в басейн обігового браку з метою ефективного використання волокнистих напівфабрикатів.

Напірний ящик (48) картонноробної машини з повітряною подушкою, дозволяє отримати потік маси з рівномірним розподіленням волокна за шириною сіткової частини. Напускний пристрій складається з двох пластин, які зазвичай називаються «губами». Для досягнення рівномірного розподілення маси уздовж усієї ширини машини, напускний пристрій обладнаний розподільним пристроєм, який забезпечує гідравлічну стабілізацію потоку [11].

Потік нижнього шару

Кіпи макулатури марок МС-5Б-1, МС-5Б-2, МС-5Б-3, МС-7Б-1, МС-7Б-2, автотранспортом подаються на пластинчастий транспортер. Розпуск макулатури в процесі підготовки маси другого шару здійснюється в гідророзбивачі високої концентрації НС типу НДС (22) за масової частки волокна 16 % [11].

Розволокнена маса періодично вивантажується, розбавляється реєстровою водою до концентрації 5,0% і подається у турбосепаратор АТС10 (24). Турбосепаратор призначений для дорозпуску і грубого сортування макулатурної маси. З турбосепаратора відходи надходять в сортувальний барабан ОВН-20 (24), який представляє собою циліндр, що обертається. Отвори сортувального барабана поділяють об'ємний потік на дві фракції [2]. Суспензія з частинками, розмір яких менше діаметру отворів, повертається на вхід турбосепаратора. Більші частинки відділяються сприском і надходять у систему видалення відходів. Очищена маса з турбосепаратора насосом подається в приймальний басейн (25), в якому розбавляється зворотною водою із басейну реєстрових вод нижнього шару, перемішується та витримується деякий час, протягом якого волокна набухають. Далі маса подається на вихровий очищувач високої концентрації SVU -25 А (26), призначений для видалення забруднень, в тому числі високообразивних важких включень з метою максимального зниження зносу роторів, сортувальних плит, сортувальних сит і гарнітур [3]. Після очисника суспензія з масовою часткою волокна 3,5 % надходить на двоступеневу систему сортування, що складається з установок напірного сортування (27) на першому ступені та (28) – на другому етапі очищення. Очищена маса з установки сортування (27) и (28) насосом (30) подається

на тонке сортування: три ступеня очищення центриклінерів (31). Система тонкого сортування призначена для видалення з волокнистої суспензії таких забруднень, як клейкі включення, костриця і т.д., діаметр яких лише незначно перевищує товщину волокон [4].

Очищена маса після тонкого сортування (29) направляється на згущення в шаберний згущувач (32), де масова частка волокна в суспензії збільшується до 12,0 %. Після згущення маса надходить у басейн (34), звідки подається в термодисперсійну установку (35) [2].

Процес зневоднення маси продовжується в двосітковому пресі – до масової частки волокна 30 % для подальшої обробки в диспергаторі. Полотно згущеної маси після другого преса знімається за допомогою шабера і надходить безпосередньо в приймач розривного шнека, де зубчаста гарнітура розриває його на шматки. Подрібнена маса потрапляє з розривного шнека безпосередньо в підйомний шнек, який подає її в розташовану вище пропарочну камеру. В пропарочній камері маса нагрівається до 98 °C з метою розм'якшення пластичних клейких сторонніх включень [11]. Для подачі маси в дисковий диспергатор використовується транспортуєчий шнек. Диспергування являє собою етап технологічного процесу, під час якого налиплі на волокнах нечисленні забруднення, частинки друкарської фарби і клейкі включення, які не були вилучені раніше, відокремлюються від волокон, подрібнюються до оптично невидимого розміру і розподіляються в масі за температури близько 95 °C. Одночасно покращуються фізико-механічні показники маси [3].

Для розбавлення маси і промивки диспергатора в камеру розмелювання підводиться обігова вода. Маса з диспергатора після розбавлення на його виході надходить у басейн (36) після термодисперсійної установки і далі, змішуючись з обіговою водою суспензія з масовою часткою волокна 5,0 % подається в буферний басейн (37). Далі суспензія, розбавляється обіговою водою до концентрації 3,5 % і подається в дисковий млин 1 SDM (38) [11].

Розмелена маса до 42-45 °ШР перекачується в машинний басейн розмеленої

маси (38), після - в машинний басейн (40) картонноробної машини звідки подається в бак постійного рівня (41). Після цього маса надходить в змішувальний насос (42), де розбавляється обіговою водою до концентрації 0,73 % [2]. Змішувальним насосом маса перекачується для очищення на центриклинери (43). Очищена маса після I ступеня, за концентрації 0,4 % подається на доочищення в селективайер (вузлоуловлювач) (45), де відбувається очищення від забруднень волокнистого характеру, що за розмірами більші, ніж розмір розмелених волокон (вузлики, костриця, слиз і т.д.), які потім надходять на вібраційну сортувалку (46). У вібраційну сортувалку, під тиском подається обігова освітлена вода, де відбувається розбивання вузлів на окремі волокна. Відходи направляються у відвал, а надлишкова вода з дрібним волокном надходить в збірник реєстрових вод нижнього шару (67) [4].

КАРТОННОРОБНА МАШИНА

Формуюча частина машини (50) розроблена фірмою «Parcel». Сіткова частина складається з:

1) Основного плоского довгого сіткового столу, на якій відливається нижній шар. Маса подається на сітку з високонапірного ящика закритого типу з повітряною подушкою та з дефлокуляційними валками виробника Parcel (47). Конструкція якого забезпечує рівномірний профіль швидкості потоку маси по ширині машини [11].

Основний сітковий стіл оснащений грудним (48) та гауч (52) валами, формуючою дошкою (49), гідропланками та відсмоктуючими ящиками.

2) Короткий сітковий стіл консольний, на якому формується поверхневий шар. Маса з напірного ящика з повітряною подушкою виробника Parcel (51) надходить на коротку сітку, формування поверхневого шару спочатку проходить під дією вакууму в гідропланках до сухості 4 %, а потім до сухості 13 % між двома сітками. Шари з'єднуються починаючи з нижнього, потім наноситься на вже сформований нижній шар поверхневий. Для стабілізації показників якості картону

влаштовані спорскові труби міжшарового проклеювання. Модифікований крохмальний клей подається на спорскові труби через форсунки і розпиляється на поверхні сформованого нижнього шару, перед з'єднанням з поверхневим шаром. Сухість картонного полотна після реєстрової частини складає 4,2 %, після відсмоктувальних ящиків – 12 %, а після гауч-вала – 19 %.[11]

Пресова частина

Передача паперового полотна з сіткової частини в пресову здійснюється за допомогою вукуум-пересмоктувального пристрою.

Після відсмоктуючого гаучвала паперове полотно сухістю 22 % надходить в пресову частину за допомогою вакуум-пересмоктувального пристрою для подальшого зневоднення механічним віджимом під дією тиску та вакууму шляхом пропуску полотна через Tri-Vent прес (53), до сухості 43% [10]. Пресування виконується між пресовими сукнами, які захищають паперове полотно від руйнування, всмоктують віджату вологу і одночасно транспортують полотно [2].

Сушильна частина

Після пресової частини мокре картонне полотно з сухістю 43 % надходить у сушильну частину (54) картонноробної машини, де видаляється залишкова волога. Рухоме картонне полотно притискається до нагрітої поверхні циліндрів за допомогою сушильних синтетичних сіток, що поліпшують теплопередачу і запобігають викривлення і скручування картону при сушінні. Сушіння картону проводиться поступово. Температура циліндрів на початку сушіння не повинна перевищувати 85 – 105 °С. У наступних групах температура циліндрів підвищується, досягаючи в середньому 130 – 145 °С. Перед клеїльним пресом (55) температура циліндрів знижується до 85 – 125 °С. Клеїльний прес встановлений між 6 і 7 привідними групами. Картон надходить на клеїльний прес за сухості 88 %. Спорсками він безперервно зрошується з обох боків клеєм, нагрітим до температури 40 – 60 °С, і проходить через вали. Надлишок клею через зазори між щитком і валами стікає у воронки, звідки направляється до збірників [11], далі відводиться на установку підготовки клею. Після клеїльного преса картонне полотно, щоб

уникнути утворення складок, рівномірно розправляється по ширині за допомогою розгінного валу і надходить в сушильну частину з роздільним паропостачанням верхніх і нижніх циліндрів. Температура циліндрів після клеїльного преса повинна збільшуватись поступово. В кінці сушильної частини необхідно знизити температуру сушильних циліндрів. Остаточо картон охолоджується на 2-х холодильних циліндрах, де, крім того, зовнішні шари звожуються на 1 % за рахунок вологи, сконденсованої на поверхні циліндрів.

Сушильна частина картоноробної машини – двоярусна, циліндрового типу, складається з 93 сушильних і двох холодильних циліндрів діаметром 1500 мм. За приводом сушильна частина складається з 8 груп: 1 привідна група включає 11 сушильних циліндрів, 2 – 7 привідні групи – по 12 сушильних циліндрів кожна, 8 – складається з 10 сушильних і 2 холодильних циліндрів. [10]

Каландр

Оздоблення картону здійснюється на шестивальному машинному каландрі (56) OptiCalender Hard виробника Valmet. Основне призначення каландрування - поліпшення поверхневих властивостей паперу, ущільнення поверхні паперу для покращення властивостей поверхні таких , як гладкість і блиск. [18].

Накат

З каландра (56) картон за сухості 93 % надходить на накат (57) периферийного типу з пневматичною системою притискання.

Накат призначений для безперервного намотування картонного полотна, яке надходить з 8-ї сушильної групи в каландр і з каландра в накат картоноробної машини, намотування здійснюється на тамбурний вал, з метою формування рулону який далі прямує на різання. Під час намотування контролюються натяг полотна і притиск до циліндру накату, щоб отримати рулон з якісними характеристиками для подальшої переробки [11]. Пустий тамбурний вал з накопичувача тамбурних валів подається завантажувальними важелями в первинні важелі. Відбувається автоматичне переzapравлення картонного полотна на пустий тамбурний вал. Рулон

картону, намотаний до заданого діаметра, відводиться вторинними важелями по напрямних для переміщення рулону та зупиняється гальмівним пристроєм [11].

Найбільший діаметр намотуваного тамбура 2400 мм. Для розправлення складок полотна картону перед накатом встановлений розправляючий валик.

Повздовжньо-різальний верстат

З накату (57) намотані тамбура подаються до повздовжньо-різального верстату (58), на якому полотно картону розрізається і намотується на рулони. Картон намотується на паперові гільзи. З повздовжньо-різального верстата рулони картону надходять на пакувальну лінію з автоматичними вагами. Упаковані рулони надходять на склад готової продукції [11].

Переробка браку

Мокрий брак від пресової частини картоноробної машини направляється у гауч-мішалку (59), куди подається обігова вода до концентрації 0,8 %. Розпущений брак насосом подається на згущувач (60). Тут брак згущується до концентрації 3,5 % і подається в буферний басейн браку (64). [2].

Сухий брак з сушильної частини, клеїльного преса, накату і повздовжньо-різального верстату подається в гідророзбивач сухого браку (61). Розпущений брак перекачується в басейн «сухого» браку (62) місткістю 150 м³. Потім для дорозволокнення подається на пульсаційний млин (63) насосами подається в буферний басейн браку (64). З буферного басейну розпущена маса потрапляє в маинний басейн нижнього шару (40) [3].

Збір та використання обігової води

Технологічна схема передбачає максимальне використання обігової води. Регістрова вода збирається в збірнику регістрової води (67) і використовується на технологічні потреби, для розведення маси в змішувальних насосах і гідророзбивачу (22), у гідророзбивачу сухого браку (61). Для стабільної роботи змішувального насоса рівень у збірнику регістрових вод підтримується постійним, внаслідок переливу надлишкових вод. Сюди ж подається надлишок вод шляхом переливу зі

збірника вод від відсмоктувальних ящиків. Ця вода подається на розведення маси в жолоби центриклинерів I і II ступенів [2].

Надлишок води надходить на дисковий фільтр (68). Освітлена вода з дискового фільтра з концентрацією волокна 0,001 % перекачується в бак освітлених вод (69), а уловлений скоп подається в басейн обігового браку (64) [4].

2.3 Розрахунок матеріального балансу

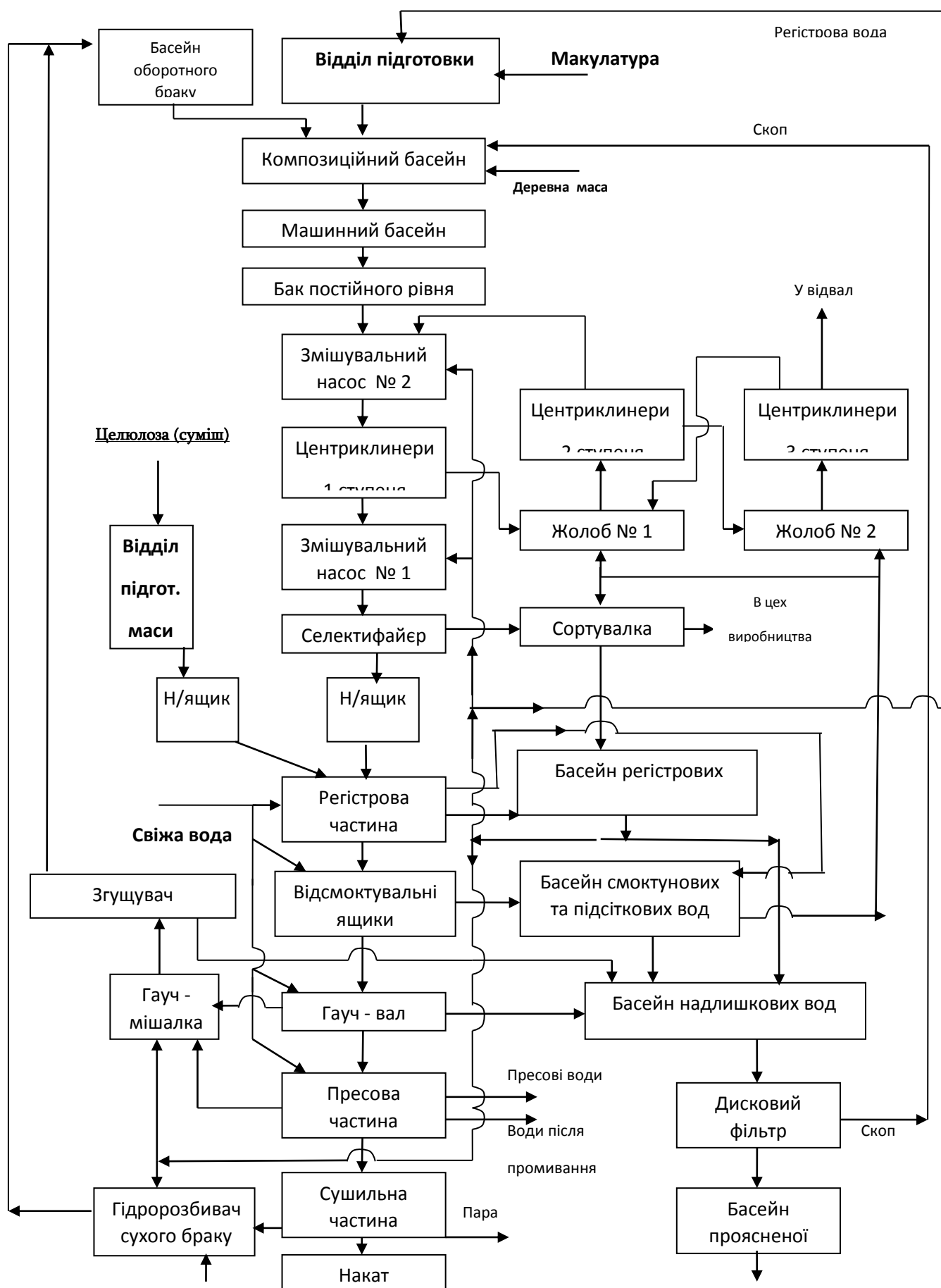
2.3.1 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу води та волокна наведено в таблиці 2.11.

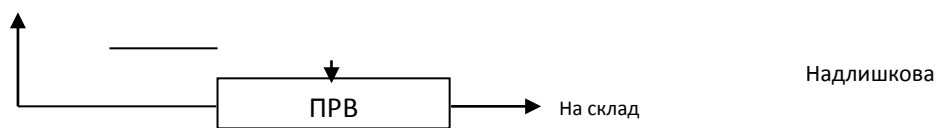
Найменування статей	Вихідні дані		
	Джерело [1]	Джерело [2]	Приймаємо до розрахунку
1. Концентрація маси на різних стадіях виробництва, %			
На накаті	94,0	94,0-96,0	93,0
Після пресів	42,0	38,0-42,0	43,0
Після гауч-вала	20,0	18,0-20,0	22,0
Після відсмоктувальних ящиків	10,0	10,0-12,0	16,0
Після реєстрової частини	2,8	2,5-3,8	3,9
В напірному ящику	0,5	0,5-0,65	0,6
В баці постійного рівня	3,2	3,2-3,5	3,50
В композиційному басейні	3,2	3,2-3,5	3,50
В машинному басейні	3,2	3,2-3,5	3,50
В басейні обігового браку	3,2	3,2-3,5	3,50
Скоп після дискового фільтра	3,2	3,2-3,5	3,50
Згущувач	3,2	3,2-3,5	3,50
Гідророзбивач сухого браку	3,2	3,2-3,5	3,50
Гідророзбивач хвойної целюлози	3,2	3,2-3,5	3,50
Гідророзбивач листяної целюлози	3,2	3,2-3,5	3,50
Гауч-мішалка	1,0	0,8-1,0	0,80
Басейн обігового браку	3,2	3,2-3,5	3,50
Після селектифайєра	0,55	0,6-0,7	0,60
Після змішувального насоса №1	0,60	0,60-0,65	0,6020
Після змішувального насоса №2	0,65	0,70-0,75	0,7304
Після центриклинерів 1 ступеня	0,63	0,67-0,71	0,70
Після центриклинерів 2 ступеня	0,40	0,40-0,43	0,40
2. Концентрація відхідних вод, %			
Регістрова вода	0,18	0,17-0,20	0,1850
Підсіткові води	0,003	0,003-0,004	0,0040
Відсмоктувальних ящиків	0,10	0,10-0,12	0,10
Пресові води	0,10	0,10	0,10
Від промивання сітки	0,005	0,003-0,004	0,0040
Від промивання сукон	0,0012	0,001	0,0010
Прояснених вод після дискового фільтра	0,0015	0,001	0,0010
Від плоскої сортувалки	0,60	0,48-0,62	0,60
Згущувача	0,05	0,03-0,04	0,18
3. Витрата свіжої та надлишкової води, л/т картону			
Свіжа вода на промивання сіток	10000,0	15000,0	18500,0
Свіжа вода на спорски і відсічки відсмоктувальних ящиків	6000,0	8500,0	850,0
Свіжа вода на промивання сукон	5000,0	7000,0	10200,0
Свіжа вода на відсічки на гауч-валі	2000,0	3000,0	8750,0
Надлишкова вода на сортувалку	350,0	900,0	3400,0
4. Витрата хімікатів, л/т картону			

Продовження таблиці 2.11

Найменування статей	Вихідні дані		
	Джерело [1]	Джерело [2]	Приймаємо до розрахунку
5.Кількість браку , % від маси картону			
В процесі оброблення картону	2,0	1,5	1,0
На накаті	3,0	2,5	1,0
В процесі сушіння картону	2,0	2,0	2,0
Мокрий брак	3,0	2,0	1,5
Після гауч-валу	2,0	1,5	1,5
6.Композиція картону, %			
Целюлоза (пов.шар)			15,0
Макулатура (нижн.шар)			65,0
Біла деревна маса (поверхн.шар)			20,0
7.Концентрація відходів сортування, %			
Відходи селективфайера	1,4	1,5	0,80
Центриклинерів 1 ступеня	1,2	1,1	1,20
Центриклинерів 2 ступеня	0,75	0,7	0,70
Центриклинерів 3 ступеня	0,60	0,72	0,67
Відходи плоскої сортувалки	2,0	4,0	4,00
Відходи відділу підготовки макулатурної маси			5,00
8.Сухість початкових напівфабрикатів %			
Макулатура	88,0	88,0	88,0
Целюлоза	88,0	88,0	88,0
Біла деревна маса			3,5
9.Кількість відходів сортування, % (кг/т)			
Цетриклинери І ступеня	4,5 %	5,0 %	5,00%
Цетриклинери 3 ступеня	1,0 кг	1,5 кг	0,99 кг
Селективфайер	1,2 %	1,0 %	1,10%
Відділ підготовки макулатурної маси			6,50

2.3.1 Блок-схема для розрахунку матеріального балансу





2.3.3 Розрахунок матеріального балансу води і волокна

Розрахунок матеріального балансу води і волокна проводимо, прив'язуючись до блоків і водопотоків згідно наведеної блок–схеми.

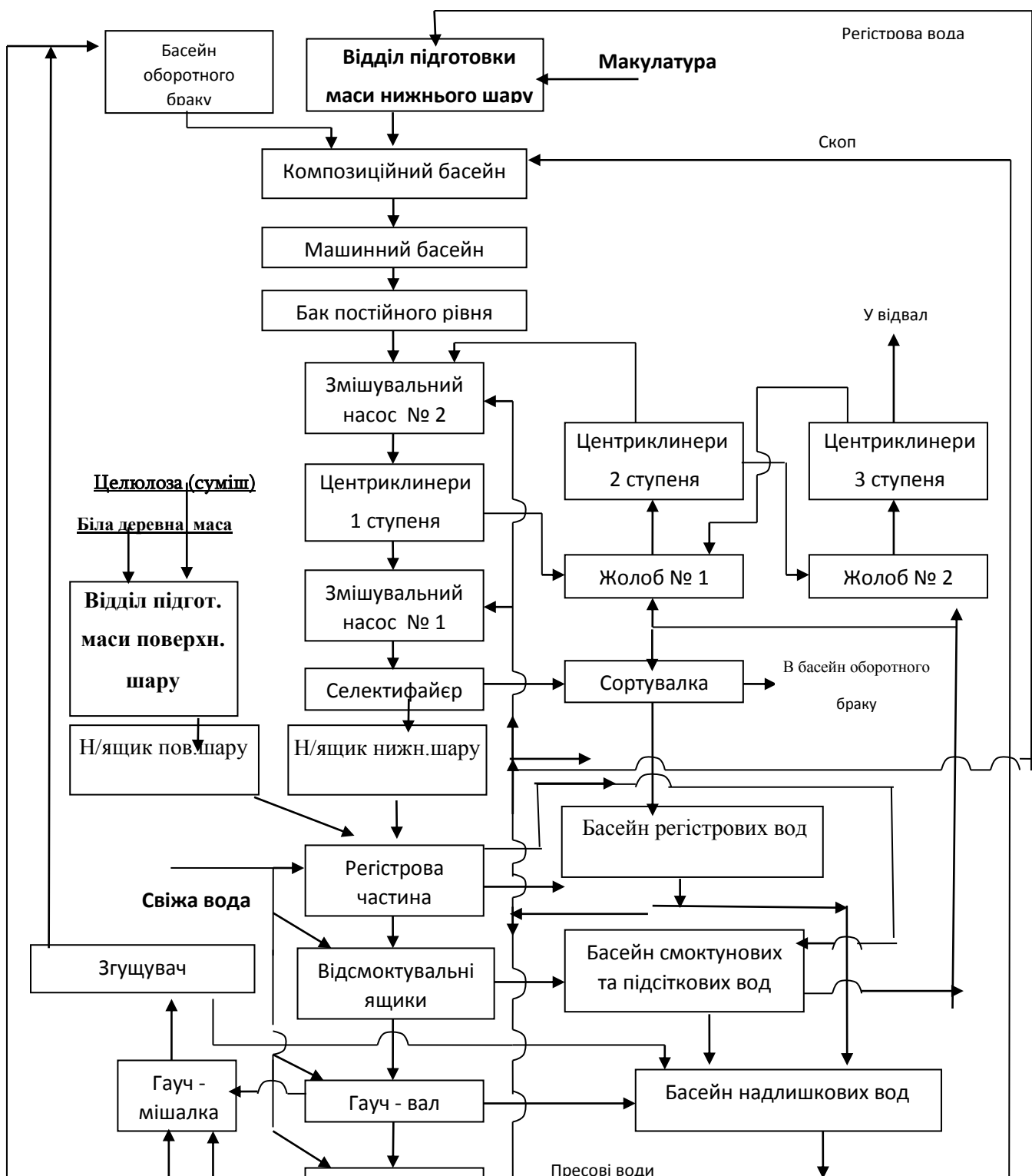
Склад готової продукції На склад поступає 1000 кг паперу із заданою сухістю 93 %.

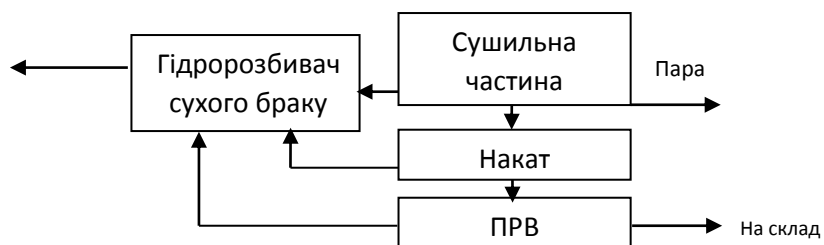
Отже, в ньому міститься: абсолютно–сухого волокна $1000 \cdot 0,93 = 930$ кг, води $1000 - 930 = 70$ кг.

Продовження таблиці 2.11

Найменування статей	Вихідні дані		
	Джерело [1]	Джерело [2]	Приймаємо до розрахунку
5.Кількість браку , % від маси картону			
В процесі оброблення картону	2,0	1,5	1,0
На накаті	3,0	2,5	1,0
В процесі сушіння картону	2,0	2,0	2,0
Мокрий брак	3,0	2,0	1,5
Після гауч-валу	2,0	1,5	1,5
6.Композиція картону, %			
Целюлоза (пов.шар)			15,0
Макулатура (нижн.шар)			65,0
Біла деревна маса (поверхн.шар)			20,0
7.Концентрація відходів сортування, %			
Відходи селективфайера	1,4	1,5	0,80
Центриклинерів 1 ступеня	1,2	1,1	1,20
Центриклинерів 2 ступеня	0,75	0,7	0,70
Центриклинерів 3 ступеня	0,60	0,72	0,67
Відходи плоскої сортувалки	2,0	4,0	4,00
Відходи відділу підготовки макулатурної маси			5,00
8.Сухість початкових напівфабрикатів %			
Макулатура	88,0	88,0	88,0
Целюлоза	88,0	88,0	88,0
Біла деревна маса			3,5
9.Кількість відходів сортування, % (кг/т)			
Цетриклинери І ступеня	4,5 %	5,0 %	5,00%
Цетриклинери 3 ступеня	1,0 кг	1,5 кг	0,99 кг
Селективфайер	1,2 %	1,0 %	1,10%
Відділ підготовки макулатурної маси			6,50

2.3.2 Блок схема виробництва картону для споживчої тари





2.3.3 Розрахунок матеріального балансу води і волокна

Розрахунок матеріального балансу води і волокна проводимо, прив'язуючись до блоків і водопотоків згідно наведеної блок-схеми.

Склад готової продукції На склад поступає 1000 кг паперу із заданою сухістю 93 %.

Отже, в ньому міститься: абсолютно-сухого волокна $1000 \cdot 0,93 = 930$ кг, води $1000 - 930 = 70$ кг.

Повздовжно-різальний верстат (ПРВ) З урахуванням 1% браку, що утворюється під час оброблення паперу ($1000 \cdot 0,01 = 10$ кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на ПРВ повинно поступити $1000 + 10 = 1010$ кг. В папері, що проходить через ПРВ міститься:

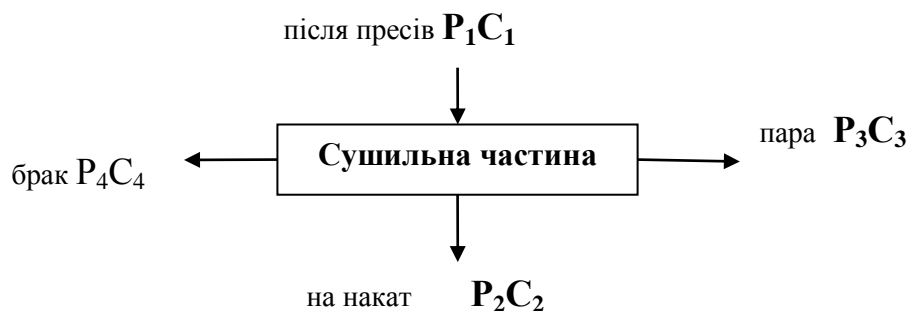
абсолютно-сухого волокна $1010 \cdot 0,93 = 939,80$ кг, води $1010,0 - 939,8 = 71,2$ кг.

Накат З урахуванням 1% браку, що утворюється під час намотування паперу ($1000 \cdot 0,01 = 10$ кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти $1010 + 10 = 1020$ кг п/с паперу.

З урахуванням вологи, в папері, що проходить через накат, міститься:

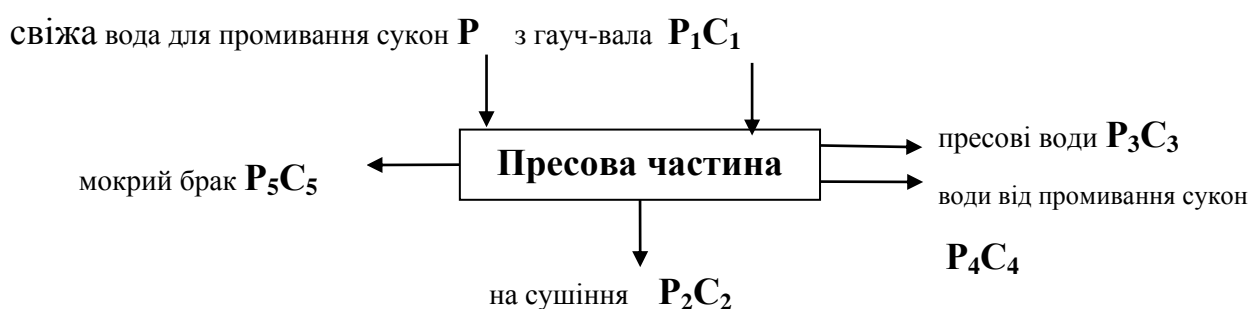
абсолютно-сухого волокна $1020 \cdot 0,93 = 948,60$ кг, води $1020 - 948,60 = 71,4$ кг.

Сушильна частина



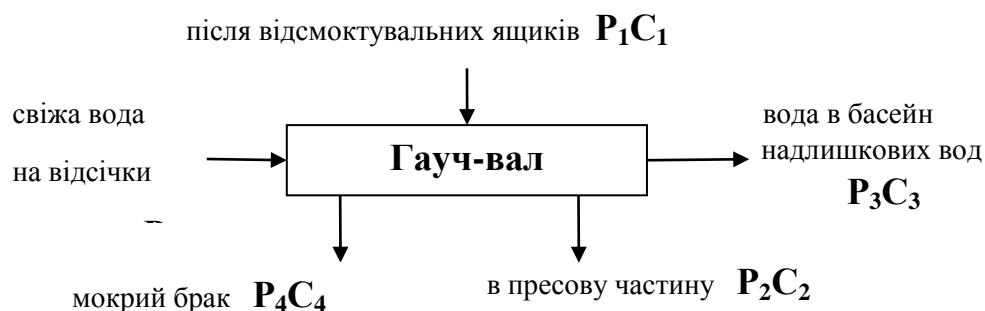
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2249,30	43,00	967,20	1282,10
Надійшло(всього)	2249,30		967,20	1282,10
На накат	1020,00	93,00	948,60	71,40
Втрати пару	1209,30	0,00	0,00	1209,30
В г/розб.сух.браку	20,00	93,00	18,60	1,40
Пішло (всього)	2249,30		967,20	1282,10

Пресова частина



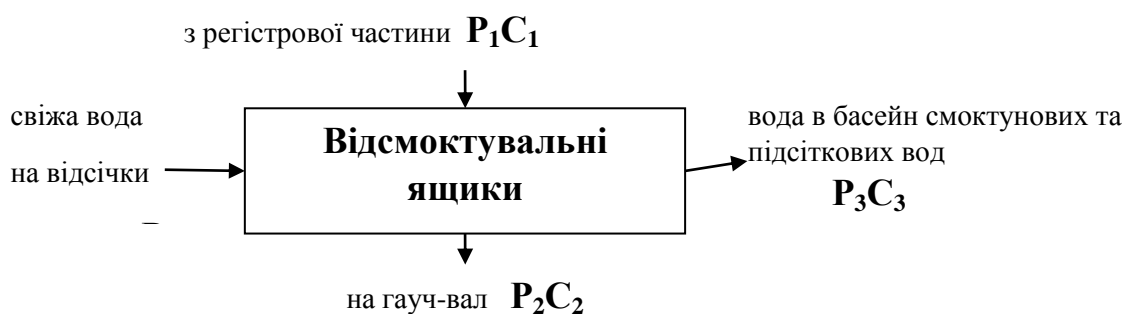
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	4435,95	22,00	975,91	3460,04
Св.вода на пр.сукон	8750,00	0,00	0,00	8750,00
Надійшло(всього)	13185,95		975,91	12210,04
На сушіння	2249,30	43,00	967,20	1282,10
Пресові води	2171,65	0,1000	2,17	2169,48
Води в/пром.сукон	8750,00	0,0010	0,09	8749,91
В г/зміш.мокр.браку	15,00	43,00	6,45	8,55
Пішло (всього)	13185,95		975,91	12210,04

Гауч-вал



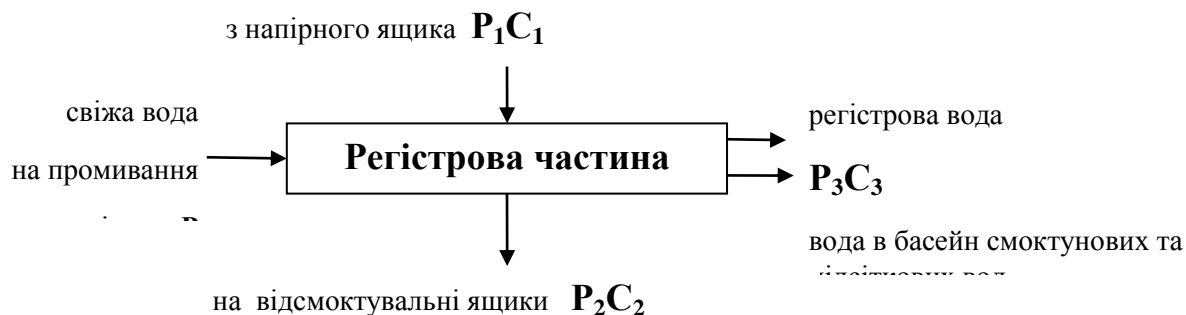
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсм.ящиків	6121,32	16,00	979,41	5141,91
Св.вода на відсічки	3400,00	0,00	0,00	3400,00
Надійшло(всього)	9521,32		979,41	8541,91
На пресову.частину	4435,95	22,00	975,91	3460,04
Води від гауч-вала	5070,37	0,0040	0,20	5070,17
В г/зміш.мокр.браку	15,00	22,00	3,30	11,70
Пішло (всього)	9521,32		979,41	8541,91

Відсмоктувальні ящики



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після реєстр.частини	25881,33	3,90	1009,37	24871,96
Св.вода на відсічки	10200,00	0,00	0,00	10200,00
Надійшло(всього)	36081,33		1009,37	35071,96
На гауч-вал	6121,32	16,00	979,41	5141,91
В бас.смок.та підс.вод	29960,01	0,1000	29,96	29930,05
Пішло (всього)	36081,33		1009,37	35071,96

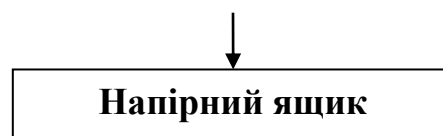
Реєстрова частина



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н.ящика	231863,01	0,60	1391,18	230471,84
Свіжа вода на пром.сітки	18500,00	0,000	0,00	18500,00
Надійшло(всього)	250363,01		1391,18	248971,84
На відсм.ящики	25881,33	3,90	1009,37	24871,96
Регістрові води	205981,68	0,1850	381,07	205600,61
В бас.смокт.та підс.вод	18500,00	0,0040	0,74	18499,26
Пішло (всього)	250363,01		1391,18	248971,84

Напірний ящик

із селективфайєра P_1C_1



в реєстрову частину P_2C_2

Зважаючи на те, що в напірному ящику не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$$P_3 = 231863,01 \text{ кг}; C_3 = 0,6 \text{ \%}.$$

Селективфайєр

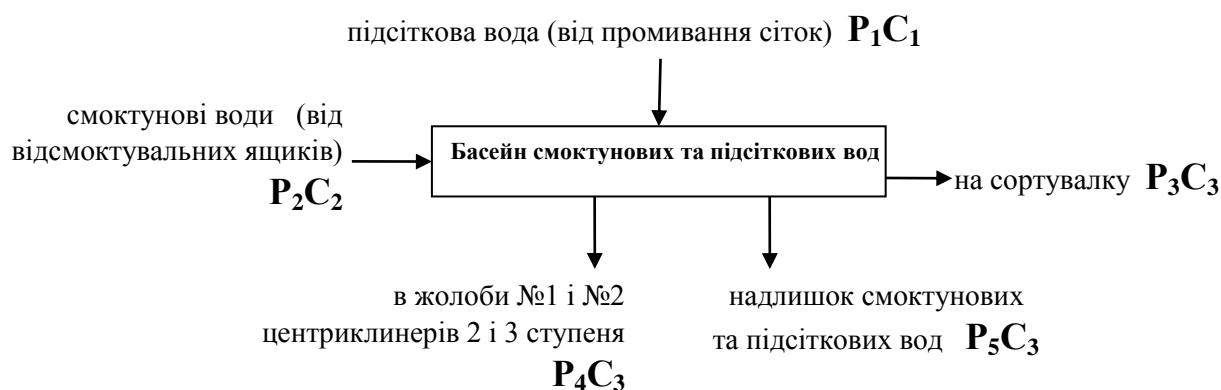
із змішувального насоса №1 P_1C_1



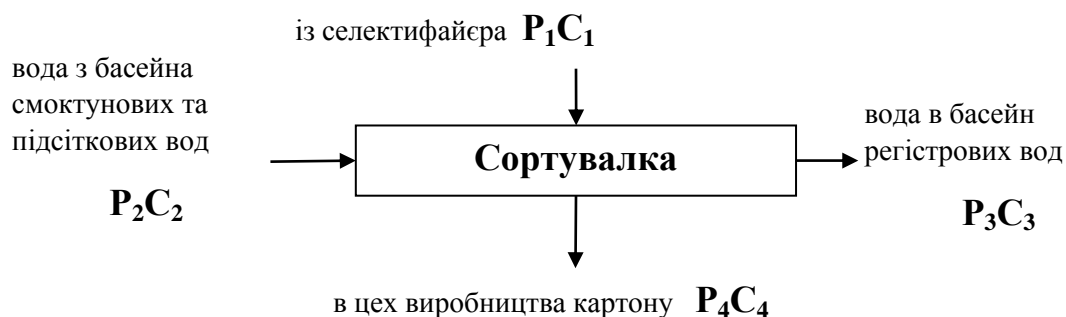
в напірний ящик P_2C_2

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.нас.№1	234181,41	0,6020	1409,73	232771,68
Надійшло(всього)	234181,41		1409,73	232771,68
На н/ящик	231863,01	0,6000	1391,18	230471,84
На плоску сортувал.	2318,40	0,8000	18,55	2299,85
Пішло (всього)	234181,41		1409,73	232771,68

Басейн смоктунових та підсіткових вод

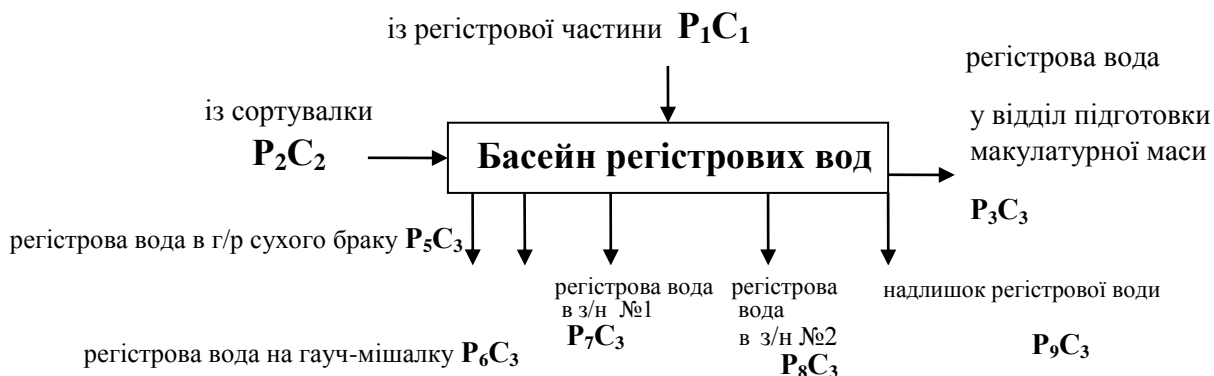


Сортувалка



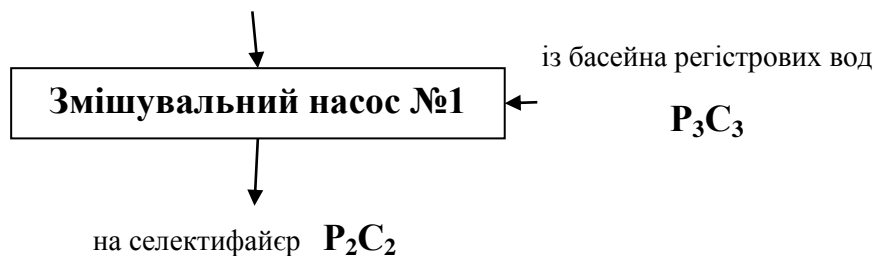
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З бас.сосун.і підс.вод	850,00	0,0634	0,54	849,46
Після селективфайєра	2318,40	0,8000	18,55	2299,85
Надійшло(всього)	3168,40		19,09	3149,31
В бас.реєстр.вод	3166,18	0,6000	19,00	3147,18
В цех виробн.картону	2,21	4,0000	0,09	2,13
Пішло (всього)	3168,40		19,09	3149,31

Басейн реєстрових вод



Змішувальний насос №1

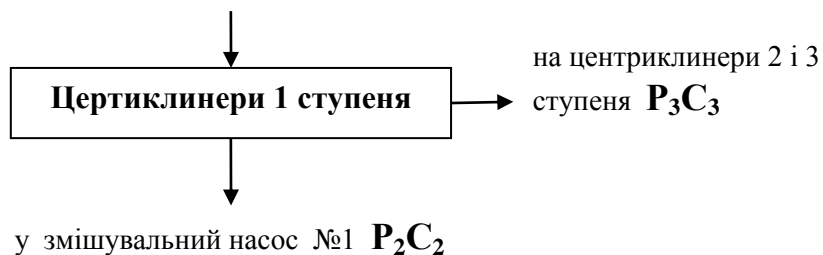
від центриклинерів 1 ступеня P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	45122,22	0,1913	86,31	45035,90
Після центрикл. Іст.	189059,19	0,7000	1323,41	187735,78
Надійшло(всього)	234181,41		1409,73	232771,68
На селективайер	234181,41	0,6020	1409,73	232771,68
Пішло (всього)	234181,41		1409,73	232771,68

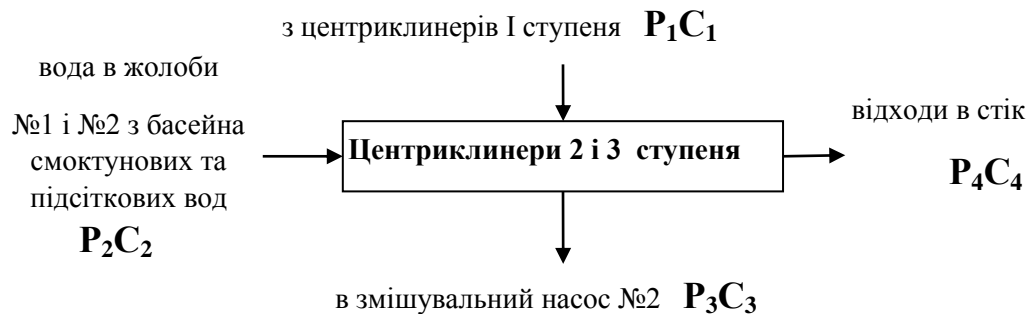
Центриклинери 1 ступеня

із змішувального насоса №2 P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.насоса №2	201298,12	0,7304	1470,28	199827,84
Надійшло(всього)	201298,12		1470,28	199827,84
На змішув.насос №1	189059,19	0,7000	1323,41	187735,78
На центрикл. II і III ст.	12238,93	1,2000	146,87	12092,06
Пішло (всього)	201298,12		1470,28	199827,84

Центриклинери 2 і 3 ступеня



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центрикл. I ст.	12238,93	1,2000	146,87	12092,06
З бас.сосун.і підс.вод	28963,84	0,0634	18,35	28945,49
Надійшло(всього)	41202,76		165,22	41037,55
В змішув.насос №2	41052,76	0,4000	164,21	40888,55
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
Пішло (всього)	41202,76		165,22	41037,55

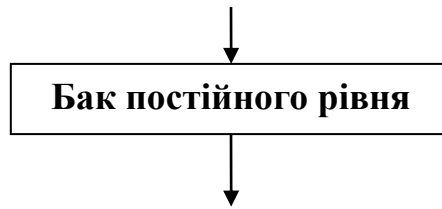
Змішувальний насос № 2



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	130035,79	0,1913	248,74	129787,06
Від центриклин. II ст.	41052,76	0,4000	164,21	40888,55
З БПР	30209,56	3,5000	1057,33	29152,23
Надійшло(всього)	201298,12		1470,28	199827,84
На центрикл. I ст.	201298,12	0,7304	1470,28	199827,84
Пішло (всього)	201298,12		1470,28	199827,84

Бак постійного рівня

з машинного басейна P_1C_1



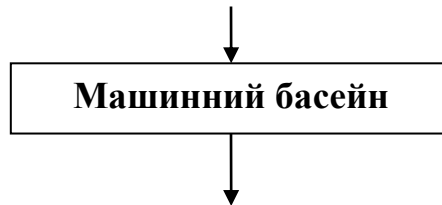
в змішувальний насос №2 P_2C_2

Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$$P_1 = 30209,56 \text{ кг}; C_1 = 3,5 \text{ \%}.$$

Машинний басейн

з композиційного басейна P_1C_1



в бак постійного рівня P_2C_2

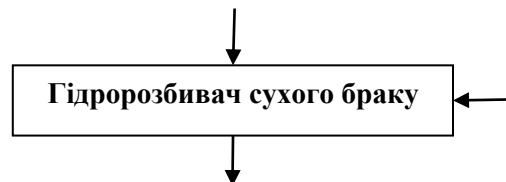
Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$$P_1 = 30209,56 \text{ кг}; C_1 = 3,5 \text{ \%}.$$

Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку.

Гідророзбивач сухого браку

відходи з ПРВ, сушильної частини, накату P_1C_1



з басейна реєстрових вод

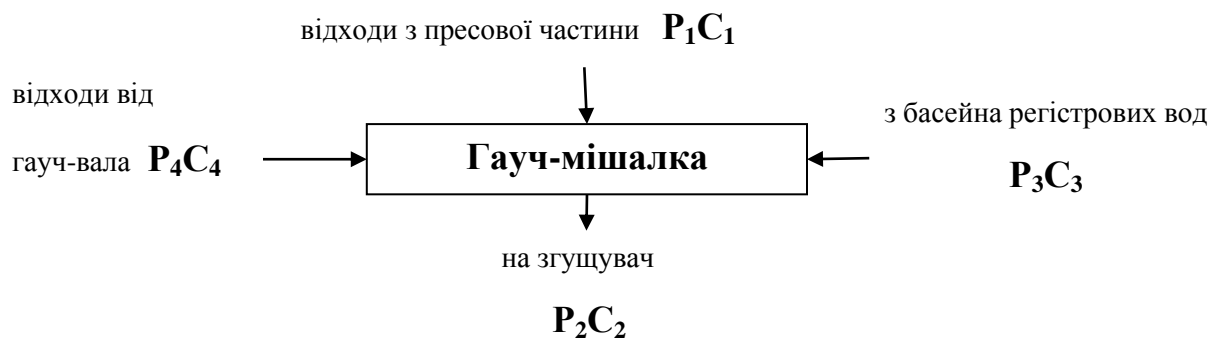
P_3C_3

в басейн оборотного браку

P_2C_2

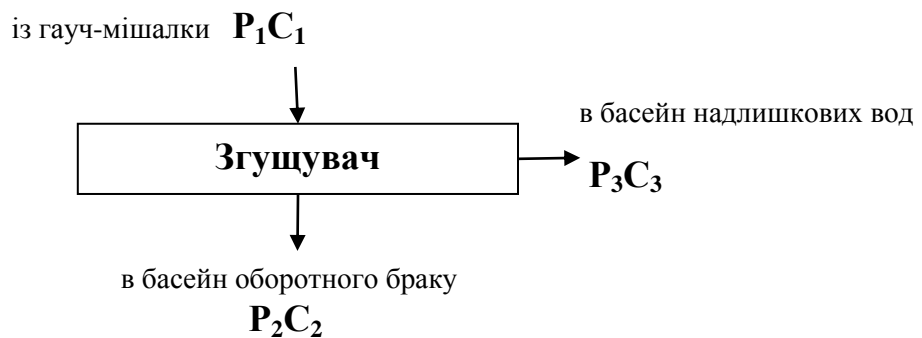
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
3 ПРС	10,00	93,00	9,30	0,70
3 накату	10,00	93,00	9,30	0,70
3 сушіння	20,00	93,00	18,60	1,40
3 бас-ну рег.вод	1081,99	0,1913	2,07	1079,92
Надійшло(всього)	1121,99		39,27	1082,72
В басейн обор.браку	1121,99	3,5000	39,27	1082,72
Пішло (всього)	1121,99		39,27	1082,72

Гауч-мішалка



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
3 пресової частини	15,00	43,00	6,45	8,55
3 гауч-вала	15,00	22,00	3,30	11,70
3 бас-ну рег.вод	1562,30	0,1913	2,99	1559,31
Надійшло(всього)	1592,30		12,74	1579,56
На згущ.мокрого браку	1592,30	0,8000	12,74	1579,56
Пішло (всього)	1592,30		12,74	1579,56

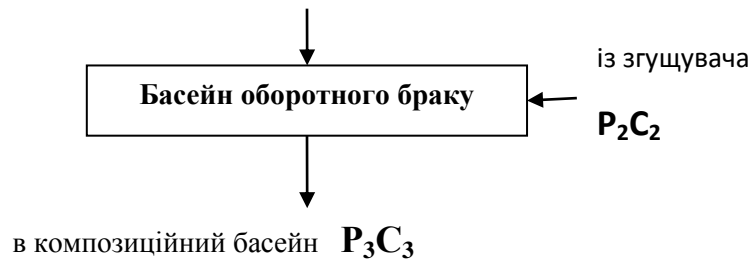
Згущувач



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.мокр.браку	1592,30	0,8000	12,74	1579,56
Надійшло(всього)	1592,30		12,74	1579,56
В басейн обор.браку	349,75	3,5000	12,24	337,51
В басейн надл.вод	1242,55	0,0400	0,50	1242,05
Пішло (всього)	1592,30		12,74	1579,56

Басейн обігового браку

із гідророзбивача сухого браку P_1C_1



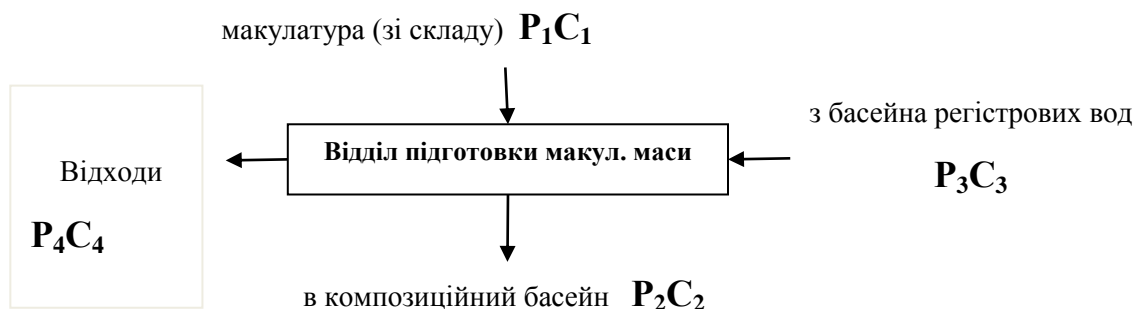
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З г/розбив.сух.браку	1121,99	3,50	39,27	1082,72
Зі зміш.мокрого браку	349,75	3,50	12,24	337,51
Надійшло(всього)	1471,74		51,51	1420,23
В композиц.басейн	1471,74	3,50	51,51	1420,23
Пішло (всього)	1471,74		51,51	1420,23

Композиційний басейн



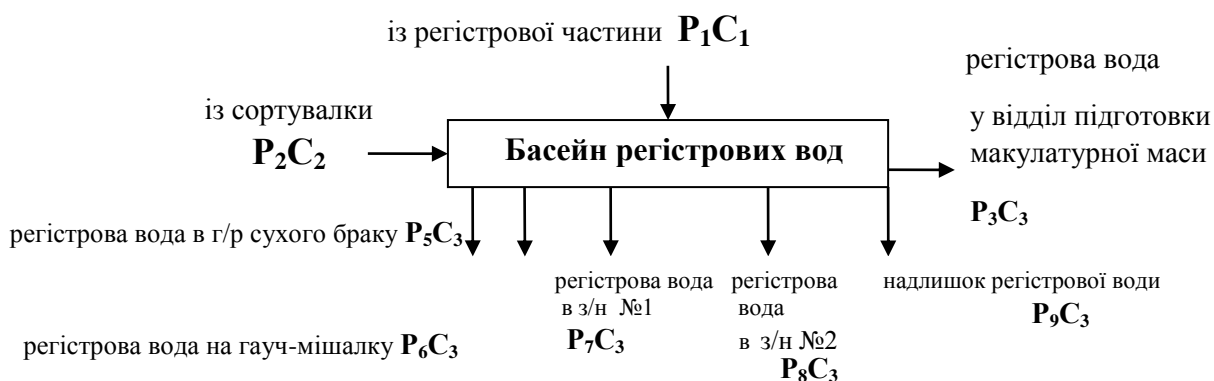
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із відділів підг. целюлозної і макулатурної маси	22589,62	3,5000	790,64	21798,89
Біла деревна маса (рідк.потік)	5647,72	3,5000	197,53	5450,15
Із басейна обіг.браку	1471,74	3,5000	51,51	1420,23
Скоп з диск.фільтра	501,00	3,5000	17,54	483,47
Надійшло(всього)	30209,57		1057,33	29152,23
В машинний басейн	30209,56	3,5000	1057,33	29152,23
Пішло (всього)	30209,56		1057,33	29152,23

Відділи підготовки целюлозної маси (верхнього шару)
та макулатурної маси (нижнього шару)



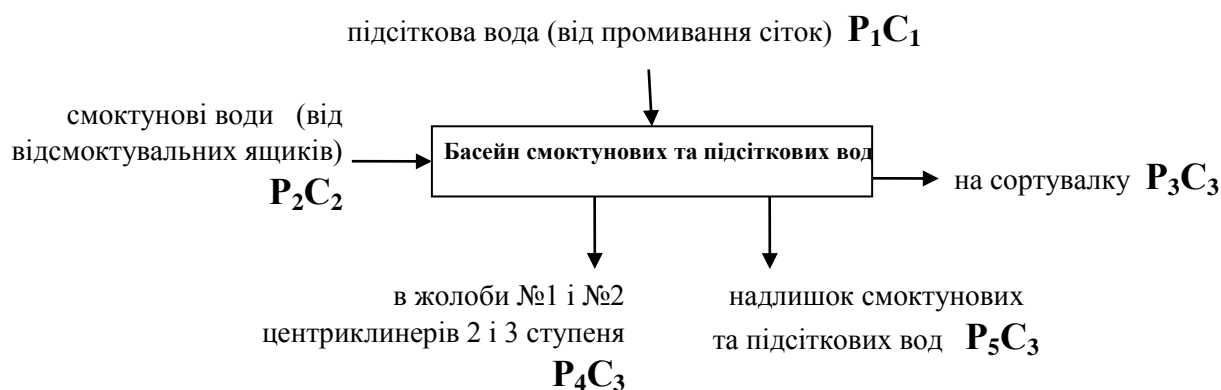
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Суміш целюлоз (зі складу)				
Макулатура зі складу	1145,17	88,00	800,22	137,42
Вода з бас.рег.вод	28574,08	0,1913	54,66	28519,42
Надійшло(всього)	29719,25		854,88	28656,84
Відходи сортув. та очищ.	1482,43	5,00	64,12	1408,31
В композиційний бас.	28236,82	3,50	790,76	27248,53
Пішло (всього)	29719,25		854,88	28656,84

Басейн реєстрових вод



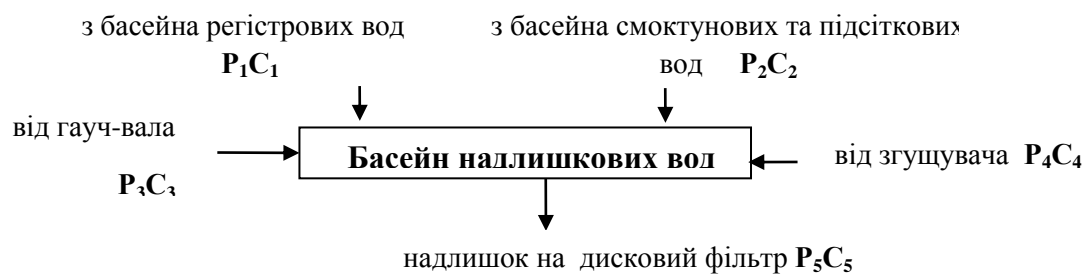
Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	205981,68	0,1850	381,07	205600,61
Від плоск.сортув.	3166,18	0,6000	19,00	3147,18
Надійшло(всього)	209147,86		400,06	208747,80
На зм.насос №1	45122,22	0,1913	86,31	45035,90
На зм.насос №2	130035,79	0,1913	248,74	129787,06
У відділі підгот.макул.і целюлозної маси	28574,08	0,1913	54,66	28519,42
На г/розб.сухого браку	1081,99	0,1913	2,07	1079,92
На зміш.мокр.браку	1562,30	0,1913	2,99	1559,31
В басейн надл.вод	2771,48	0,1913	5,30	2766,18
Пішло (всього)	209147,86		400,06	208747,80

Басейн смоктунових та підсіткових вод



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Від відсмоктув.ящиків	29960,01	0,1000	29,96	29930,05
Від промив.сітки	18500,00	0,0040	0,74	18499,26
Надійшло(всього)	48460,01		30,70	48429,31
На сортувалку	850,00	0,0634	0,54	849,46
В жолоб №1 і №2	28963,84	0,0634	18,35	28945,49
В басейн надлишк.вод	18646,17	0,0634	11,81	18634,36
Пішло (всього)	48460,01		30,70	48429,31

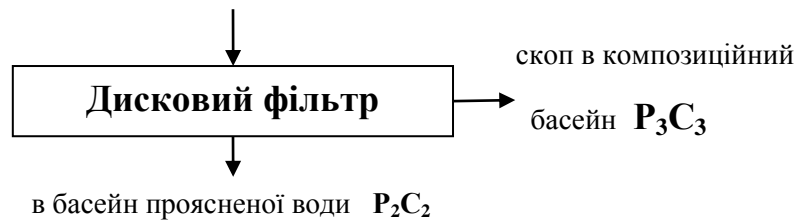
Басейн надлишкових вод



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	2771,48	0,1913	5,30	2766,18
З басейну смокт. та підс. вод	18646,17	0,0634	11,81	18634,36
Від гауч-вала	5070,37	0,0040	0,20	5070,17
Від сгущ.мокр.браку	1242,55	0,0400	0,50	1242,05
Надійшло(всього)	27730,57		17,81	27712,76
На дисковий фільтр	27730,57	0,0642	17,81	27712,76
Пішло (всього)	27730,57		17,81	27712,76

Дисковий фільтр

із басейна надлишкових вод P_1C_1



Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	27730,57	0,0642	17,81	27712,76
Надійшло(всього)	27730,57		17,81	27712,76
В композиц.басейн	501,19	3,50	17,54	483,64
В басейн освітл.вод	27229,39	0,0010	0,27	27229,12
Пішло (всього)	27730,57		17,81	27712,76

Результати зведеного балансу води і волокна виробництва картону для споживчої тари представлені в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 Зведений баланс волокна та води

Волокно (абс.сух.),кг	Надходження	Витрата
Макулатура (нижній шар)	650,54	
Целюлоза (поверхневий шар)	149,68	
Біла деревна маса (поверхневий шар)	197,53	
Всього:	997,75	
Готова продукція		930,00
Відходи центриклинерів III ст.		1,01
З пресовими водами		2,17
Промивка сукон		0,09
На очисні споруди		0,27
Відходи сортувалки		0,09
Відходи відділу підгот.маси		64,12
	Всього:	997,75
Вода, кг	Надходження	Витрата
З макулатурою (нижній шар)	105,81	
З целюлозою (поверхневий шар)	31,61	
Свіжа вода на промивання сіток	18500,00	
Свіжа вода на відсічки відсм.ящиків	10 200,00	
Свіжа вода на промив. сукна	8 750,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	3 400,00	
Всього:	40 987,42	
З готовою продукцією		70,00
З парою при сушінні		1209,30
З відходами центр. III ст.		149,00
З пресовими водами		2169,48
Промивка сукон		8749,91
На очисні споруди		27229,12
З відходами сортувалки		2,13
З відходами відділів підгот.маси		1408,31
	Всього:	40 987,24

Для розрахунку безповоротних втрат волокна потрібно врахувати всі його втрати для даного виробництва. В даному випадку вони становлять:

$$997,75 - 930,0 = 67,75 \text{ кг.}$$

В такому випадку вимої волокна (BB) становлять:

$$BB = 67,75 \cdot 100 / 997,75 = 6,79 \text{ \%}.$$

2.4 Вибір і розрахунок основного технологічного обладнання

Продуктивність КРМ можна розрахувати за формулою [10]:

$$Q = 0,06 \cdot B_0 \cdot v \cdot g \cdot K_1 \cdot K_2 = 0,06 \cdot 4,2 \cdot 350 \cdot 170 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = \\ = 12819,87 \text{ кг год} = 12,8 \text{ т год},$$

де 0,06 – коефіцієнт для переведу хвилинної швидкості в годинну і маси листа, вираженого в г/м^2 , в кг;

B_0 – обрізна ширина полотна, м – 4,2;

v – швидкість машини, м/хв – 350;

g – маса 1 м^2 полотна, г – 170;

K_1 , – коефіцієнт, що враховує вільний хід машини – 0,95...0,98;

K_2 – коефіцієнт використання максимальної робочої швидкості – 0,9.

Продуктивність КРМ за добу:

$$Q = 12,8 \cdot 23 = 294,4 \text{ т. добу}$$

Продуктивність КРМ за рік:

$$Q = 294,4 \cdot 345 = 101568 \text{ т. рік} \approx 102 \text{ тис.т рік.}$$

КРМ включає в себе:

1. Сіткова частина поверхневого шару складається з наступного:

Гідравлічний напірний ящик поверхневого шару з повітряною подушкою виробника Parcel має такі технічні характеристики [18]:

пропускна здатність, м ³ /хв	5,3-9,8
швидкість машини, м/хв	80-550
маса 1 м ² готової продукції, г	50-250
коливання рівню, мм, н. б.	15-20
ширина губи, мм	3040
висота підйому губи, мм	100
горизонтальне переміщення губи, мм	50
кількість ручних шпінделів, шт.	21
перфорований валик:	
діаметр/довжина, мм	288/3300
діаметр отворів, мм	24
кількість, шт.	2
Електродвигун:	
потужність, кВт	2,2
число обертів, об/хв	1430

Сітковий стіл поверхневого виробника Parcel має такі технічні характеристики [18]:

Обрізна ширина сіткового столу, мм	4200
Довжина консольного столу, мм	6500

2. Сіткова частина нижнього шару складається з наступного:

Гідравлічний високонапірний ящик закритого типу з повітряною подушкою та з дефлокуляційними валками виробника Parcel має такі технічні характеристики [18]:

пропускна здатність, м ³ /хв	5,3-9,8
швидкість машини, м/хв	80-550
маса 1 м ² готової продукції, г	50-250
коливання рівню, мм, н. б.	15-20
ширина губи, мм	3040
висота підйому губи, мм	100
горизонтальне переміщення губи, мм	50
кількість ручних шпінделів, шт.	21
перфорований валик:	
діаметр/довжина, мм	288/3300
діаметр отворів, мм	24
кількість, шт.	2
Електродвигун:	
потужність, кВт	2,2
число обертів, об/хв	1430

Сітковий стіл нижнього шару виробника Parcel має такі технічні характеристики [18]:

Обрізна ширина сіткового столу, мм	4200
Довжина консольного столу, мм	13000

3. На пресовій частині встановлен прес типу «Tri-vent», який має такі технічні характеристики [19]:

Кількість пересмоктувальних валів, шт.	1
Кількість відсмоктувальних валів, шт.	1
Кількість жолобчастих валів, шт.	3
Кількість гранітних валів, шт.	1
вал верхній станітів: діаметр/довжина, мм	650/4200

відсмоктуючий нижній вал:	50-250
діаметр/довжина, мм	700/4200
діаметр отворів, мм	3,0

4. Сушильна частина має такі технічні характеристики [9]:

кількість сушильних циліндрів, шт.	48
об'єм циліндра, м ³	6,0
діаметр/довжина циліндра, мм	1500/4200
товщина стінки, мм	40
максимальна температура середовища, °C	140
робочий тиск пари, кгс/см ² :	
- сушильні циліндри (№ 1-6)	5,0
- сушильні циліндри (№ 7-39)	8,0
сушильна група А (№ 1; 3; 5):	
температура циліндрів, °C	95; 110; 118
тиск пари, кгс/см ²	2,4±0,5
сушильна група В (№ 2; 4; 6):	
температура циліндрів, °C	105; 115; 120
тиск пари, кгс/см ²	1,5±0,5
I сушильна група (№ 7-16):	
температура циліндрів, °C	125-135
тиск пари, кгс/см ²	5,0±0,5
перепад тиску, кгс/см ² , н. м.	0,3
II сушильна група (№ 17-28):	
температура циліндрів, °C	135-140
тиск пари, кгс/см ²	6,5±0,5
перепад тиску, кгс/см ² , н. м.	0,3
III сушильна група (№ 31; 33; 35; 37; 39):	
температура циліндрів, °C	138-140

тиск пари, кгс/см ²	6,5±0,5
перепад тиску, кгс/см ² , н. м.	0,3
IV сушильна група (№ 32; 34; 36; 38):	
температура циліндрів, °С	138-140
тиск пари, кгс/см ²	6,5±0,5
перепад тиску, кгс/см ² , н. м.	0,3
суш. циліндри № 29; 30: температура циліндрів, °С	75; 80
кількість холодильних циліндрів, шт.	2

5 Машинний каландр (6 валів) моделі OptiCalender Hard виробника Valmet [19].

6 Накат OptiReel Linear периферичний з пневматичним притиском рулонів типу Sirius виробника Valmet має такі технічні характеристики [9]:

максимальна швидкість, м/хв	600
діаметр намотаного рулону, мм	2400
радіальний тиск на рулон, кПа	50-80
лінійний тиск, кН/м	2-4

7. Повздовжньо-різальний верстат модель Winbelt виробника Valmet має такі технічні характеристики [19]:

Максимальна швидкість намотування, м/хв	1500
Маса 1 м ² картону, г	50-500
Максимальний діаметр тамбура, мм	2500
Максимальний діаметр рулона, мм	1500
Тамбурний вал: діаметр/довжина, мм	370/4200
Несучий вал: діаметр/довжина, мм	460/4200
Нижній ножовий вал: діаметр/довжина, мм	240/4200
Діаметр нижнього ножа, мм	255
Діаметр верхнього ножа, мм	170

Прижимний вал: діаметр/довжина, мм	200/4200
------------------------------------	----------

Картоноведучий вал: діаметр/довжина, мм	270/4200
---	----------

Для потоку поверхневого шару обрано 2 Гідророзбивача низької концентрації LCV-6,5 виробника PARCEL, які мають наступні технічні характеристики [18]:

Об'єм ванни, м ³	6,5
Діаметр ванни, мм	2620
Діаметр ротора	DN 200
Концентрація маси, %	до 6
Продуктивність при періодичному режиму роботи т/добу	15-55
Продуктивність при безперевному режиму роботи т/добу	50-75
Потужність електродвигуна, кВт	75
Маса разом з приводом, кг	2575

Для потоку поверхневого шару обрано 2 очищувача маси високої концентрації марки SVU -25 А виробника PARCEL, який має наступні технічні характеристики [18]:

Пропускна здатність, л/хв	1800-2100
Тиск на вході, кПа	400
Концентрація маси, (макс)%	4,5
Маса, кг	140

Для потоку поверхневого шару обрано 5 млинів дискового типу DR22-DH-2 виробника PARCEL, які мають наступні технічні характеристики [18]:

Продуктивність, т/добу	20-40
Діаметр гарнітури, мм/дюйм	508/20
Пропускна здатність, л/хв	250-750
Електродвигун:	
- потужність, кВт	110/130

- число обертів, об/хв	980
------------------------	-----

Трьохступенева установка вихрових очищувачів SVO - 25 поверхневого шару виробника PARCEL має наступні технічні характеристики [18]:

Пропускна здатність, л/хв	1800-2100
---------------------------	-----------

Тиск на вході, кПа	400
--------------------	-----

Концентрація маси, (макс)%	2,0
----------------------------	-----

Маса, кг	53
----------	----

I ступінь:

- концентрація маси, %	0,8-1,2
------------------------	---------

- кількість очисників, шт.	20
----------------------------	----

II ступінь:

- концентрація маси, %	0,5-0,8
------------------------	---------

- кількість очисників, шт.	6
----------------------------	---

III ступінь:

- концентрація маси, %	0,2-0,5
------------------------	---------

- кількість очисників, шт.	2
----------------------------	---

Машинна напірна сортувалка (вузловловлювач) поверхневого шару типу STU – 082 виробника PARCEL має наступні технічні характеристики [18]:

Продуктивність, тонке сортування, т/добу	65-120
--	--------

Пропускна здатність вузлоуловлювача, м3/хв.	5-7
---	-----

Робоча концентрація вузлоуловлювача, %	<1,5
--	------

Діаметр вхідної частини, мм	200
-----------------------------	-----

Діаметр вихідної частини, мм	200
------------------------------	-----

Діаметр - відходи, мм	100
-----------------------	-----

Висота машини, мм	1264
-------------------	------

Довжина машини, мм	1860
--------------------	------

Ширина машини, мм	1543
-------------------	------

Електродвигун:

- потужність, кВт	37
-------------------	----

Маса машини, кг	1211
-----------------	------

Вібраційна сортувалка поверхневого шару типу VP-1-20 виробника PAPCEL має наступні технічні характеристики [18]:

Розмір сіткової площини, м ²	1,57
Концентрація маси, %	0,6-2,0
Загальна ширина з двигуном, мм	2050
Загальна довжина машини, мм	1980
Висота машини, мм	810
Перфорація сітки, мм	1,8-3
Електродвигун:	
- число обертів, об/хв	1450
Маса машини, кг	1000

Для потоку нижнього шару обрано Гідророзбивач НС типу HDC виробника Voith з гвинтовим ротором, який має наступні технічні характеристики [9]:

Об'єм ванни, м ³	45
Діаметр ванни, мм	2200-7600
Діаметр гідророзбивача, мм	7100
Концентрація маси, %	13-17

Продуктивність при періодичному режиму роботи 30-400 т/добу

Для потоку нижнього шару обрано турбосепаратор відходів моделі ATS10 виробника Voith має наступні технічні характеристики [16]:

Продуктивність, т/добу	35-300
Концентрація маси, %	2,5-4,0
Діаметр сита, мм	1100
Кількість сегментів сита, шт.	3
Кількість лопатей ротора, шт.	8
Частота обертання, об/хв	410
Діаметр ротора, мм	980

Тиск на вході, МПа	0,16-0,25
Перепад тиску, МПа	0,03-0,05
Електродвигун:	
- потужність, кВт	110
- число обертів, об/хв	1500

Для потоку нижнього шару обрано зневоднюючий барабан відходів типу OBN-20 виробника Rapcel має наступні технічні характеристики [18]:

Продуктивність, т/добу	200
Концентрація маси на вході, %	2-4
Концентрація маси на виході, %	10-20
Діаметр перфорованого барабана, мм	1500
Довжина перфорованого барабана, мм	4275
Редуктор:	
- число обертів, об/хв	1500/56
- привід, кВт/об/хв	3,0/1500

Для потоку нижнього шару обрано Очищувач маси високої концентрації марки SVU -25 А виробника RAPCEL, який має наступні технічні характеристики [18]:

Пропускна здатність, л/хв	1800-2100
Тиск на вході, кПа	400
Концентрація маси, (макс)%	4,5
Маса, кг	140

Двоступенева система сортування (дві напірні сортувалки закритого типу) нижнього шару типу STU – 201 виробника RAPCEL має наступні технічні характеристики [18]:

Продуктивність, грубе сортування, т/добу	150-300
Діаметр вхідної частини, мм	300
Робоча концентрація сортувалки, %	1-4

Діаметр вихідної частини, мм	300
Діаметр - відходи, мм	125
Висота машини, мм	1900
Довжина машини, мм	2519
Ширина машини, мм	1650
Електродвигун:	
- потужність, кВт	90
Маса машини, кг	3970

Для потоку нижнього шару обрано сгущувач типу ОК-Z-2500 виробника Parsel має наступні технічні характеристики [18]:

Продуктивність, т/добу	250
Діаметр барабану, мм	1600
Електродвигун:	
- потужність, кВт	5,5
Маса машини, кг	3585

Термодисперсійну установку для потоку нижнього шару обираємо марки УМ-05, яка призначена для рівномірного диспергування домішок, які містяться в макулатурній масі і не відокремлюються при тонкому її очищенні і сортуванні та має наступні технічні характеристики [16]:

Концентрація маси:	
що надходить, %	3,0-5,0
після згущення, %	25-30
після диспергування і розведення, %	3,0-5,0
Легкоплавких і розм'якшувальних речовин, не більше , %	10
Ступінь млива маси, що поступає на диспергування, не більше °ШР	40
Температура пропарювання, не	

більше, °C	95
Потужність, кВт	472,1

Для потоку нижнього шару обрано млин дискового типу Voith 30, 1 SDM виробника Voith, яка має наступні технічні характеристики [16]:

Продуктивність, т/добу	200
Діаметр гарнітури, мм	760
Концентрація, %	3,5-6,0
Потужність приводу, кВт	500
Млин	
- число обертів, об/хв	750
Електродвигун:	
- число обертів, об/хв	750
Тиск на вході/виході, Бар	0,7-1,0/5,5

Для потоку нижнього шару обрано дві трьохступеневі установки вихрових очищувачів SVO - 25 виробника PAPCEL має наступні технічні характеристики [18]:

Пропускна здатність, л/хв	1800-2100
Тиск на вході, кПа	400
Концентрація маси, (макс)%	2,0
Маса, кг	53
I ступінь:	
- концентрація маси, %	0,8-1,2
- кількість очисників, шт.	70
II ступінь:	
- концентрація маси, %	0,5-0,8
- кількість очисників, шт.	20
III ступінь:	
- концентрація маси, %	0,2-0,5
- кількість очисників, шт.	5

Машинна напірна сортувалка (вузловловлювач) нижнього шару типу STU – 201 виробника PARCEL має наступні технічні характеристики [18]:

Продуктивність, тонке сортування, т/добу	90-230
Діаметр вхідної частини, мм	300
Пропускна здатність вузлоуловлювача, м3/хв.	12-17
Робоча концентрація вузлоуловлювача, %	<1,5
Діаметр вихідної частини, мм	300
Діаметр - відходи, мм	125
Висота машини, мм	1900
Довжина машини, мм	2519
Ширина машини, мм	1650
Електродвигун:	
- потужність, кВт	90
Маса машини, кг	3970

Вібраційна сортувалка нижнього шару типу VP-1-20 виробника PARCEL має наступні технічні характеристики [18]:

Розмір сіткової площини, м2	1,57
Концентрація маси, %	0,6-2,0
Загальна ширина з двигуном, мм	2050
Загальна довжина машини, мм	1980
Висота машини, мм	810
Перфорація сітки, мм	1,8-3
Електродвигун:	
- число обертів, об/хв	1450
Маса машини, кг	1000

Дисковий фільтр моделі FD 5200/V виробника Comertek, який має наступні технічні характеристики [16]:

Діаметр, мм	5200
Площа диску, м2	38
Мутна вода, ррм	300-600
Світла вода, ррм	80-160
Дуже світла вода, ррм	100

2.5 Розрахунок теплового балансу

Вихідні дані		
Продуктивність, кг / год	$G=$	12819,87
Початкова вологість матеріалу, %	$W_1=$	57
Кінцева вологість матеріалу, %	$W_2=$	7
Початкова температура матеріалу, °C	$t_1=$	20
Початкова температура повітря, °C	$\theta_1=$	15
Початкова вологість повітря	$F_1=$	0,4
Кінцева температура повітря, °C	$\theta_4=$	60
Кінцева вологість повітря	$F_2=$	0,84
Температура повітря після теплообмінників, °C	$\theta_2=$	30
Температура пари, що гріє, °C	$\theta_{\text{пар}}=$	133
Тепловий баланс сушки		
Стаття приходу / витрати тепла		Кдж/ч
Прихід тепла		
1. З парою, яка поступає в сушильні циліндри		29860249,56
2. З парою, яка поступає в калорифер		2036108,39
3. Тепло використане в теплообміннику		1319886,513
Всього		33216244,46
Витрата тепла		
1. На підігрів матеріалу		2435627,033
2. На сушку в 2-м, 3-м періодах		26573876,49
3. На втрати в навколишнє середовище		247081,3966
4. На втрати з невикористаним повітрям		131988,6513
5. На підігрів повітря в теплообмінників		1319886,513
6. На втрати з йдуть повітрям		2507784,374
Всього		33216244,46
Результати розрахунку		
Витрата пари в сушильній частині, кг / год	$D_1=$	13601,3417
Витрата пари в калориферах, кг / год	$D_2=$	927,4472373

Загальна витрата пара, кг / год	D=	14528,78894
Витрата пари на 1 кг матеріалу, кг / год	D _{уд} =	1,664904479
Кількість повітря, що подається в сушку, кг / год	L=	87467,52355
Кількість свіжого повітря, кг / год	L ₉ =	96214,27591
Поверхня теплопередачі для підігріву сушку, м ²	F ₁ =	29,93090055
Поверхня теплопередачі для сушіння, м ²	F _{2,3} =	406,6218508
Загальна поверхня теплопередачі, м ²	F=	436,5527514
Температура повітря на вході в суш. частини, °C	θ ₃ =	53,13958477
Температура матеріалу при сушці з пост. скор., °C	t ₂ =	60
Сер. температура матеріалу під періодах 2,3, °C	t ₄ =	78,9
Сер. температура матеріалу, °C	t ₅ =	40
Температура матеріалу після сушіння, °C	t ₃ =	113,55

З ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ ТА КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ

3.1 Об'ємно – планувальне вирішення будівлі цеху

Об'ємно-планувальні рішення розроблено з урахуванням наступних принципів:

1. планування і розміщення виробничих і складських приміщень зумовлені організацією технологічного процесу шляхом зонування, що забезпечує створення приміщень з однорідним виробничим середовищем;

2. основні виробничі та підсобно-виробничі приміщення скомпоновані за принципом єдиного збільшеного простору з мінімальною кількістю вбудованих приміщень

3. впорядковане розміщення комунікацій.

Будівля цеху з виробництва картону для споживчої тари двопрольотна двоповерхова, кранова з вантажопідйомністю мостового крану до 10 т. Каркас будівлі збірний залізобетонний. Висота першого поверху становить 6 м, загальна висота – 19,8 м. Довжина будівлі цеху складає 258 м, ширина – 24 м.

На другому поверсі будівлі цеху встановлено КРМ з обрізною шириною картонного полотна 4200 мм. Також передбачено встановлення трьох напірних сортувалок та влаштування монтажного отвору. На першому поверсі розміщується допоміжне обладнання (басейни, гауч-мішалка, частина сушильної частини).

Фундаменти колон залізобетонні, ступінчаті, монолітні. Під залізобетонні колони та колони фахверку влаштовано стовпчасті трьохступінчасті фундаменти. Верх підколонника розташований на 150 мм нижче нульової відмітки. Крок колон будівлі становить 6 м. На першому поверсі довжина прогонів 6 м та один 12 м, а на другому поверсі один прогон – 9 та ферма прольотом 24 м. Збірні залізобетонні колони прямокутного перерізу для промислових будівель з мостовим краном, суцільним прямокутним перерізом розміром 400 х 1000 мм, відмітка верху залізобетонної частини 19,80 м. Глибина занурення колони в стакан фундаменту 900

мм. Відмітка низу підкранової балки +15,120 м. Колони розраховані на влаштування мостового крану вантажопідйомністю до 10 т.

На осі 36 передбачено влаштування деформаційного шва, який призначений для зменшення навантажень на елементи конструкцій у місцях можливих деформацій, що виникають при коливанні температури повітря, сейсмічних явищ, нерівномірного осідання ґрунту та інших впливів, здатних викликати небезпечні власні навантаження, які знижують несучу здатність конструкцій.

Всі виробничі приміщення опалюються; складські приміщення, окрім складу хімікатів та запчастин, не опалюються. Адміністративно-побутові приміщення та електроприміщення знаходяться всередині будівлі, пультова АСУТП (автоматизована система управління технологічними процесами) та лабораторія целюлозно-паперового виробництва – в залі КРМ.

Прив'язка колон зовнішніх рядів до крайніх буквенних розбивочних осей А і Е - нульова. У торцевих зовнішніх стін (осі 1 і 41) і у деформаційного шва (вісь 35) колони зміщено від вказаних поздовжніх розбивочних осей на 250 мм. В зазорах між колонами і стіною розміщено колони фахверку з кроком 6 м. Прив'язка цих колон до стін нульова. Колони мають однаковий по всій довжині прямокутний переріз та розміри 300 x 300 мм. Висота колон фахверку на 150 мм менша за висоту основних колон і становить 19,65 м.

Стіни виконуються з сендвіч панелей товщиною 100 мм, навісні і спираються на колони фахверку та фундамент колон. Мають звукоізоляційну здатність, прості при монтажі й експлуатації. Шви при монтажі плит перекриття зачеканюються цементно-піщаним розчином. Внутрішні стіни також виконуються з одношарових газобетонних блоків і мають товщину 150 мм. Вони виконують функцію огороження приміщень, які розміщено на другому поверсі.

Підлогу на першому поверсі влаштовано по ґрунту і прийнято рівною 100 мм. Вона складається з шару ущільненого щебенем ґрунту (300 мм), одного шару гідроізоляційної мембрани, піщаної підготовки (200 мм) та бетону С20/25 (В25) (200 мм).

Для міжповерхового перекриття на першому поверсі з сіткою колон 6 х 6 м влаштовано ригелі довжиною, відповідно, 5000 і 5500 мм, з сіткою колон 6 х 9 м – номінальною довжиною 8500 мм. Висота ригелів становить 800 мм. В міжповерховому перекритті плити вкладаються на полиці залізобетонних ригелів і перекриття має товщину (включаючи 100 мм підлоги) 900 мм. Довжини плит перекриття становлять, відповідно, 5550 мм і 5050 мм, з номінальною шириною 1500 м. Плити мають три ребра жорсткості.

Підлога на другому поверсі складається з плит перекриття (400 мм), цементної стяжки (45 мм) та полімербетону (55 мм). Матеріал підлоги зносостійкий, витримує підвищені експлуатаційні навантаження, вологостійкий і досить економічний.

Плити покриття з номінальними розмірами 1500 х 6000 мм. Для руху крану вантажопідйомністю 10 т необхідно облаштування підкранового шляху. Підкранова балка таврового перерізу для прогону 6 м номінальною довжиною 6000 мм. Металева балка плоского покриття для прогону 9 м висотою 360 мм.

Покриття будівлі цеху має виконана з сендвічпанелей товщиною 100 мм, що змонтовані по сталюним фермам.

Основні сходи, для сполучення між поверхами, розміщені в сходовій клітині. Сходова клітина двохмаршева, ширина маршу – 1300 мм. Між маршами є зазор 100 мм для пропускання пожежного шлангу. Глибина майданчику становить 1350 мм. Марші і майданчики спираються на цегляні стіни товщиною 380 мм (стіна укладається у 1,5 цеглини).

Окремі віконні отвори шириною 3000 мм та висотою 1200 мм, розміщуються у зовнішніх поздовжніх стінах будівлі. На першому поверсі передбачено два ряди вікон з висотою 2,4 м, на другому три ряди – 3,6 м.

Зовнішні двері будівлі цеху однопільні. Ширина дверей складає 800 мм, висота 2100 мм. Двері на сходову клітину двопільні і мають ширину 1600 мм.

Будівля має два евакуаційні виходи, не враховуючи воріт на складі готової продукції. Двері відкриваються назовні.

4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ

Токсикологічна характеристика (гранично-допустима концентрація та клас небезпеки) сировини та хімікатів, що використовують у виробництві картону для споживчої тари – згідно з ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.007 та чинною НД [8].

Загальні вимоги щодо безпеки – згідно з ГОСТ 12.3.002, технологічне обладнання щодо загальної безпеки повинно відповідати ДСТУ 3273, ГОСТ 12.2.003 [4] та ДСТУ EN 60204-1. [8].

При зберіганні картону для споживчої тари слід захищати від джерел згоряння. Вимоги щодо пожежної безпеки – згідно з ГОСТ 12.1.018 та ДБН В.1.1-7, ДБН В.2.5-56 та НАПБ А. 01.001.

Вимоги до повітря у виробничих приміщеннях робочої зони повинні відповідати діючим санітарним вимогам. Мікроклімат виробничих приміщень має відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042.

Вимоги до питної води – згідно з ДСТУ 7525 та ДСанПіН 2.2.4-171.

Опалення, вентиляція і кондиціонування виробничих приміщень мають відповідати вимогам ДСТУ Б А.3.2-12 та ДБН В.2.5-67 [8].

Приміщення повинні освітлюватися згідно з ДБН В.2.5-28.

Рівень шуму на робочих місцях має відповідати вимогам ДСН 3.3.6.037, вібраційна безпека і санітарні норми вібрації – згідно з ДСН 3.3.6.039 [8].

Устаткування, комунікації та ємності повинні мати заземлення згідно з ДСТУ 7237 та ПУЕ. Захист проти ураження електричним струмом згідно з ДСТУ EN 61140.

Персонал, зайнятий на виробництві, має бути забезпечений засобами індивідуального захисту згідно з ДСТУ 7239.

Викиди в атмосферу не повинні перевищувати гранично-допустимі концентрації згідно з ГОСТ 17.2.3.02 [5], класифікація викидів за складом згідно з ГОСТ 17.2.1.01[6] та охорона атмосферного повітря - згідно з Законом України «Про охорону атмосферного повітря». [8].

Накопичення, транспортування, знешкодження та поховання відходів – згідно з Законом України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції», ДСТУ 4462.3.01, ДСТУ 4462.3.02 [8].

Виробництво картону для споживчої тари є вибухобезпечним.

Злив стічних вод в каналізацію повинен здійснюватись відповідно з вимогами Постанови КМУ № 465 від 25.03.1999.

Інструктаж з техніки безпеки виробничого персоналу повинні проводитись згідно з НПАОП 0.00-4.12, медичні огляди – відповідно до наказу МОЗ України «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій» .

Охорона ґрунту від забруднення промисловими відходами – згідно з наказом МОЗ України № 145 від 17.03.2011 («Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць»).

Картон для споживчої тари, що втратив свої споживчі властивості після закінчення терміну зберігання або інших причин, можуть використовуватися у виробництві у вигляді вторинної сировини – макулатури відповідно до Закону України «Про відходи» [8].

Вимоги безпеки до розташування устаткування та робочих місць відповідають вимогам ДСТУ 7234.

Вантажно-розвантажувальні роботи проводять відповідно вимогам «Правил охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт», затверджених Наказом №21 від 19.01.2015.(zareєстровано в Міністерстві Юстиції України 03.02.2015 року за № 124/26569) [8].

Характеристику параметрів мікроклімату виробничих приміщень наведено в табл. 4.1. Мікроклімат повинен відповідати вимогам ДСНЗ.3.6.042 [8].

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату виробничих приміщень

Назва цеху або приміщення	Категорія робіт	Граничний параметр мікроклімату					
		Холодний період року			Теплий період року		
		Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Дільниця підготовки хімікатів	Середньої важкості II-а	18-20	60-75	0,2-0,3	21-29	40-60	0,2-0,3
Лінія підготовки і приготування паперової маси	Середньої важкості II-а	18-20	60-75	0,2-0,3	20-23	55-60	0,2-0,4
Сіткова частина КРМ	Середньої важкості II-а	18-20	60-40	0,2-0,3	21-23	40-60	0,3-0,4
Пресова частина КРМ	Середньої важкості II-а	18-20	70-75	0,2-0,3	21-23	70-75	0,3-0,4
Сушильна частина КРМ	Середньої важкості II-а	17-23	70-75	0,2-0,3	25-28	50-55	0,4-0,5
Зона обробки картону, пакування	Середньої важкості II-а	17-23	70-75	0,2-0,3	21-23	45-55	0,2-0,4

Допустимі рівні шуму наведено в табл. 4.2 згідно з вимогами ГОСТ 12.1.003 і ДСН 3.3.6.037 [8].

Таблиця 4.2 – Допустимі рівні шуму

Приміщення, робоче місце	Вид трудової діяльності, що передбачає основний показник	Рівень звукового тиску, Дб, в активних смугах з середньо- геометричними частотами, Гц									Рівень шуму та еквівалентні рівні звуку, ДБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Робочі місця на робочих ділянках приготування маси і хімікатів	Всі види робіт у виробничих приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Зал КРМ, зона оброблення і пакування	Операторська робота	103	99	92	86	83	80	78	76	74	85

5 СТАРТАП ПРОЕКТ

Результати магістерської дисертації були покладені в основу стартап-проекту.

5.1 Опис ідеї проекту

Таблиця 5.1 – Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Будівництво цеху з виробництва картону для споживчої тари в системі Товариства з обмеженою відповідальністю "ТОРГТЕХНІКА КПК" з розробленням технологічного потоку» .	1 Встановлення в пресовій частині картонноробної машини Tri-Vent пресу.	З метою зменшення витрати пари на сушіння та можливості підвищення швидкості КРМ, дозволить збільшити сухість картонного полотна після пресової частини.
	2 Встановлення в потоці нижнього шару вертикального гідророзбивача HDC високої концентрації фірми Voith Paper [16]	Перевагою гідророзбивачів, що працюють за підвищеної концентрації, є більш «м'які» умови розволокнення макулатури за мінімального руйнування домішок і низькій питомій витраті енергії [16].
	3 Використання у обраних дискових млинах алмазовмісної гарнітури [11].	Конструкція алмазовмісної гарнітури зі змінними ножами у порівнянні з традиційною металевою дозволяє збільшити строк служби млинів у 5-6 разів, знизити до 20% енерговитрати, зекономити нержавіючу сталь [5]. Технологія розмелювання із застосуванням алмазовмісної гарнітури, яка заснована на принципі східчастого зниження зернистості алмазного порошку та навантаження на ножі дозволяє підвищити якість готової продукції при зниженні її собівартості [5].

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Таблиця 5.2 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ n/n	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	1 Встановлення в пресовій частині картонноробної машини Tri-Vent пресу.	Технологія виготовлення готової продукції.	Наявна.	Доступна автору проекту.
2.	2 Встановлення в потоці нижнього шару вертикального гідророзбивача HDC високої концентрації фірми Voith Paper [16]			
3.	3 Використання у обраних дискових млинах алмазовмісної гарнітури [11].			
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: технологія виготовлення готової продукції.				

Технологічна реалізація проекту можлива в рамках технології виготовлення готової продукції.

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Таблиця 5.3 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Показники стану ринку ЦПП</i>	<i>Характеристика</i>
1	Кількість головних гравців, од.	1. ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат»; 2 ПрАТ «Рубіжанський картонно-тарний комбінат»; 3. ТОВ «Житомирський картонний комбінат».
2	Загальний обсяг продаж, тис. грн	1. 160300; 2. 220500; 3. 69400
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає.
4	Наявність обмежень для входу	Обмеження відсутні. Тільки галузь ЦБП

	(вказати характер обмежень)	
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Наявні.
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	6,8 [20].

Виходячи із попереднього оцінювання ринок є привабливим для входження.

Таблиця 5.4 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
1.	Використання у процесі виробництва гофрокартону та упаковки.	Фізичні особи-підприємці.	Технічний регламент, цінова політика, неналагоджена система закупівлі, для особистих потреб.	- до продукції: відповідність показникам якості; - до компанії-постачальника: оформлення необхідного пакету документів на умовах продаж/купівля.
		Виробники гофрокартону та упаковки.	Технічний регламент, цінова політика, налагоджена система закупівлі, безпосередньо для виробництва гофрокартону та упаковки.	- до продукції: відповідність ТУ; - до компанії-постачальника: заключення договору про співпрацю.

Таблиця 5.5 – Фактори загроз

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
------------------	---------------	----------------------	---------------------------------

1.	Війна.	Відносини між країнами.	Пошук альтернативних джерел збуту готової продукції.
2.	Рівень розвитку виробництва.	Обмеження в асортименті продукції, що випускається.	Модернізація, автоматизація та реконструкція.
3.	Перебої в опаленні у холодний період року.	Збільшення кількості лікарняних.	Встановлення автономного опалення виробничих приміщень.
4.	Інновації зі сторони конкурентів.	Створення нової продукції.	Обмін досвідом з компаніями галузі ЦПП, залучення молодих фахівців та студентів останніх курсів.
5.	Старіючий персонал.	Недосвідчені спеціалісти.	Проведення тренінгів для молодих фахівців.
6.	Непорозуміння між працівниками.	Зниження якості виконуваної роботи.	Запровадження системи покарань.
7.	Погодні умови.	Перебої в поставці сировинної бази.	Включення у договір про співпрацю до пункту «Форс-мажор».
8.	Завищена ціна.	Зменшення попиту.	Розроблення системи знижок для компаній-партнерів.
9.	Постачання продукції з браком.	Система керування за якістю готової продукції не задовольняє потреби.	Відшкодування в розмірі встановленим клієнтом.
10.	Соціальні мережі.	Розкриття комерційної таємниці.	Захист інформації.

Таблиця 5.6 – Фактори можливостей

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Зовнішня	Експорт.	Налагодження системи реалізації

	політика країни.		товару.
		Імпорт хімікатів.	Розширення сировинної бази.
2.	Конкуренція.	Зменшення собівартості продукції та нарощення виробництва.	Пошук та заохочення нових клієнтів.
3.	Працівники похилого віку.	Готовність поділитися досвідом з молодим поколінням спеціалістів	Прийняття студентів на практику та заохочення їх до подальшого працевлаштування
4.	ЗМІ.	Піар	Висвітлення інформації про позитивну сторону компанії

Таблиця 5.7 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Вказати тип конкуренції - чиста	Безпосередній вплив на ситуацію на ринку несуть інновації та вигідні пропозиції	Запровадження системи знижок, акцій.
2. За рівнем конкурентної боротьби - національний.	Першочергово необхідно орієнтуватися на національний ринок, лише згодом на міжнародний.	Розширення та збільшення виробничих потужностей, задля майбутнього виходу на ринок на рівні країни.
3. За галузевою ознакою - внутрішньогалузева.	Виробництво картону для плоских шарів гофрокартону з макулатури належить до ЦПП.	Оновлення технології виробництва та використання альтернативної сировини.
4. Конкуренція за видами товарів - товарно-видова.	Конкуренція між товарами одного виду.	Зменшення собівартості готової продукції шляхом запровадження новітніх технологій та матеріалів в процесі її виробництва.
5. За характером конкурентних переваг	Замовника зацікавлює приваблива ціна.	Розроблення системи знижок та акцій для клієнтів.

- цінова.		
6. За інтенсивністю - марочна.	Торгова марка/бренд керує ринком.	Підтримання репутації компанії.

Таблиця 5.8 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
<i>Складові аналізу</i>	1. ПрАТ «Рубіжанський картонно-тарний комбінат»; 2. ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат».	Економія на масштабах; наявність товарних знаків; розмір капіталовкладень; доступ до каналів розподілу.	Концентрація постачальників; значення розміру поставок для постачальників.	Розмір закупівель; система інформації; торговельні знаки; контроль якості.	Ціна; лояльність споживачів.
Висновки:	Інтенсивна конкурентна боротьба з боку прямих конкурентів	- можливості входу в ринок є. - потенційних конкурентів немає.	Постачальники не диктують умови роботи на ринку.	Клієнти диктують умови роботи на ринку, а саме: своєчасна поставка, достовірна інформація про товар та вимоги до його якості.	Програми лояльності зі сторони конкурентів.

З огляду на конкурентну ситуацію принципова можливість роботи на ринку присутня. Щоб бути конкурентноспроможним на ринку, проект повинен мати наступні характеристики (сильні сторони): забезпечувати своєчасну поставку готової продукції, надавати повну характеристику товару, відповідати вимогам якості та запровадити програму лояльності для компаній-партнерів.

Таблиця 5.9 – Обґрунтування факторів конкурентноспроможності

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор конкурентноспроможності</i>	<i>Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)</i>
1.	Своєчасна поставка товару.	Будівництво цеху з виробництва картону для споживчої

		тари в системі Товариства з обмеженою відповідальністю "ТОРГТЕХНІКА КПК" з розробленням технологічного потоку» дозволяє налагодити безперебійний випуск продукції, в свою чергу, підвищити продуктивність та виконання замовлень від клієнтів вчасно, використовувати
2.	Достовірне та цілковите інформування.	Прозорість зі сторони постачальника.
3.	Високі показники якості готової продукції.	За рахунок впровадження інновацій та розширення сировинної бази.
4.	Системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів.	Гнучка політика підприємства по відношенню до клієнтів.

Таблиця 5.10 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ n/n	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1- 20	Рейтинг товарів-конкурентів						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Своєчасна поставка товару.	17						✓	
2	Достовірне та цілковите інформування.	17					✓		
3	Високі показники якості готової продукції.	19				✓			
4.	Системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів.	19		✓					

Таблиця 5.11 – SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: - системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів.	Слабкі сторони: - своєчасна поставка товару; - достовірне та цілковите інформування.
---	--

<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - експорт; - імпорт хімікатів; - зменшення собівартості продукції та нарощення виробництва; - готовність поділитися досвідом з молодим поколінням спеціалістів; - піар. 	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> - відносини між країнами; - обмеження в асортименті продукції, що випускається; - збільшення кількості лікарняних; - створення нової продукції; - недосвідчені спеціалісти; - зниження якості виконуваної роботи; - перебої в поставці сировинної бази; - зменшення попиту; - система керування за якістю готової продукції не задовольняє потреби; - розкриття комерційної таємниці.
--	--

Таблиця 5.12 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки</i>	<i>Ймовірність отримання ресурсів</i>	<i>Строки реалізації</i>
1.	Нарощення виробничих потужностей.	Присутня, проста.	6 місяців – 1 рік.
2.	Розширення клієнтської бази на рівні країни.	Присутня, середньої тяжкості.	1-1,5 року.

Виходячи з результатів аналізу було обрано альтернативу № 1 ринкової поведінки.

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Таблиця 5.13 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№</i>	<i>Опис профілю</i>	<i>Готовність</i>	<i>Орієнтовний</i>	<i>Інтенсивність</i>	<i>Простота входу у</i>
----------	---------------------	-------------------	--------------------	----------------------	-------------------------

<i>n/n</i>	<i>цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>споживачів сприйняти продукт</i>	<i>попит в межах цільової групи (сегменту)</i>	<i>конкуренції в сегменті</i>	<i>сегмент</i>
1.	Фізичні особи-підприємці.	Присутня.	Присутній періодичний попит.	Середня інтенсивність.	Присутність незначної конкуренції перешкоджає входу у сегмент.
2.	Виробники гофрокартону та упаковки.	Присутня.	Потенційний попит є значним.	Значний рівень конкуренції.	Ввійти у сегмент тяжко, оскільки на ринку вже є провідні виробники даного виду продукції.
Які цільові групи обрано: - фізична особа-підприємець; - виробники гофрокартону та упаковки. -виробники упаковки					

За результатами аналізів потенційних груп споживачів було визначено стратегію охоплення ринку – диференційований маркетинг.

Таблиця 5.14 – Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ n/n</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>
1.	Нарощення виробничих потужностей.	Диференційований маркетинг.	Для кожного із сегментів розробляється окрема програма ринкового впливу.	Стратегія диференціації.

Таблиця 5.15 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ n/n</i>	<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки</i>
1.	Ні.	Буде переорієнтовувати існуючих споживачів у конкурентів, тому що ринок переповнений, а завдяки інноваціям та зменшенню собівартості готової продукції є можливість зайняти передові позиції.	Основна мета даного проекту і конкурентів – забезпечення ринку продукцією відповідної якості, згідно стандартних вимог.	Стратегія виклику лідера.

Таблиця 5.16 – Визначення стратегії позиціонування

<i>№ n/n</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап- проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1.	Відповідність ТУ, оформлення необхідного пакету документів на умовах продаж/купівля або заключення договору про співпрацю.	Стратегія диференціації.	Для кожного із сегментів розробляється окрема програма ринкового впливу.	1. Гнучка політика підприємства. 2. Високі показники якості. 3. Приваблива ціна.

5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.

Таблиця 5.17 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
1.	Забезпечення ринку продукцією відповідної якості, згідно стандартних вимог, з метою подальшого її використання в процесі виробництва гофрокартону та упаковки.	Індивідуальний підхід, у виконанні замовлення, до кожного із клієнтів.	Гнучка політика підприємства по відношенню до клієнтів, співвідношення «приваблива ціна/високі показники якості товару».

Таблиця 5.18 – Визначення меж встановлення ціни

<i>№ n/n</i>	<i>Рівень цін на товари-замінники</i>	<i>Рівень цін на товари- аналоги</i>	<i>Рівень доходів цільової групи споживачів</i>	<i>Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу</i>
1.	8900-9200 грн/т [20].	9300-9800 грн/т [20].	Вище середнього – високий.	9100-9400 грн/т.

Таблиця 5.19 – Формування системи збуту

<i>№ n/n</i>	<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибина каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
1.	Клієнт на періодичній/постійній основі здійснює замовлення та вимагає необхідний пакет документів.	Надати необхідну інформацію, забезпечити своєчасну поставку товару.	Нульовий рівень (прямі канали розподілу).	Власна (проводити збут власними силами).

Таблиця 5.20 – Концепція маркетингових комунікацій

<i>№ n/n</i>	<i>Специфіка поведінки</i>	<i>Канали комунікацій,</i>	<i>Ключові позиції, обрані для</i>	<i>Завдання рекламного</i>	<i>Концепція рекламного</i>
------------------	--------------------------------	--------------------------------	--	--------------------------------	---------------------------------

	<i>цільових клієнтів</i>	<i>якими користуються цільові клієнти</i>	<i>позиціонування</i>	<i>повідомлення</i>	<i>звернення</i>
1.	Моніторинг ринку, оцінка наявних пропозицій, отримання інформації про товар.	Формальні (офіційні).	Гнучка політика підприємства, високі показники якості, приваблива ціна.	Донести інформацію про товар.	«Високоякісний картон за привабливою ціною».

Проведений аналіз показав, що будівництво цеху з виробництва картону для споживчої тари в системі Товариства з обмеженою відповідальністю "ТОРГТЕХНІКА КПК" з розробленням технологічного потоку доцільно впроваджувати для подальшого розвитку компанії.

ВИСНОВКИ

1 Обґрунтовано будівництво цеху з виготовлення картону для споживчої тари продуктивністю 102 тис. т/рік.

2. Описано запропоновані в магістерській дисертації інновації для підвищення якості готової продукції та параметрів технологічного процесу.

3. Наведено основні положення стандартів та технічних умов на сировину (целюлозу сульфатну вибілену з хвойної деревини і макулатуру), хімікати та готову продукцію (картон для споживчої тари).

4. Розраховано матеріальний баланс води та волокна. Для виробництва 1 т готової продукції необхідно 149,68 кг хвойної та листяної целюлози, 648,52 кг макулатури та 199.55 кг деревної маси. Витрата свіжої води становить 40,99 м³ на 1 т. готової продукції. Вимої волокна на сітці становлять 6,79 %.

5. Проведено розрахунок та вибір основного та допоміжного технологічного обладнання.

6. Розраховано тепловий баланс контактного сушіння картонного полотна на картоноробній машині.

7. Наведено об'ємно-планувальне і конструктивне рішення будівлі цеху, загальні відомості про тип і характер виробничих будівель і споруд.

8. Проведено аналіз шкідливих і небезпечних факторів виробництва і захисту навколишнього середовища.

9. Наведено Стартап проект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний сайт асоціації українських підприємств целюлозно-паперової галузі «УкрПапір» <http://www.ukrpaper.org>.
2. Фляте Д.М. Технология бумаги. Учебник для ВУЗов. – М: «Лесная промышленность», 1988, - 440 с.
3. Иванов С.Н. Технология бумаги. – М: «Школа бумаги», 2006, -690 с.
4. Шитов Ф.А. Технология бумаги и картона, - М. «Высш. школа», 1978. – 376с.
5. Примаков С.П., Барабаш В.А., Технологія паперу і картону: навчальний посібник для вузів. – Київ: Екмо, 2002. – 396 с.
6. Легоцкий С.С., Гончаров В.Н. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы. – М.: Лесн. Пром-сть, 1990. – 224с.
7. ГОСТ 7933-89 Кртон для потребительской тары. Общие технические условия.
8. Нормативно-технічна документація та ГОСТи на сировину, готову продукцію, на техніку безпеки.
9. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності «Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини». – К.: КФТП, 2001.-68 с.
10. С.Г. Жудро «Основы проектирования целлюлозно – бумажного предприятия» Издательство Москва «Лесная промышленность» 1965.- 303 с.
11. Бумагоделательное оборудование. Каталог. – ЗАО «Петрозаводск-маш».: Издательство «Скандинавия», 2002 г.
12. Справочник по охране труда и техника безопасности в химической промышленности. Правила и инструкции по работе с оборудованием и механизмами и по обращению с вредными веществами. М. Химия, 1971.- 454 с.
13. Справочник бумажника. Т-II. М.: Изд-во «Лесн. пром-ость», 1965. - 852 с.

14. Handbook of Paper and Board. H. Holik (Ed.), Copyright © 2006 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. – 524 p.

15. Технологія паперу та картону: Метод. вказівки до виконання розрахунків матеріального балансу води і волокна для студентів напряму підготовки 0513 – «Хімічна технологія» програми професійного спрямування 6.051301 «Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини». Уклад.: Плосконос В.Г., Примаков С.П., Черьопкіна Р.І., Антоненко Л.П., Мовчанюк О.М. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – 54 с.

16. Офіційний сайт компанії «Фойт Пейпер» <http://voith.com>.

17. Зозулев, А.В. Промышленный маркетинг: стратегический аспект [Текст]: учеб. пос. / А.В. Зозулев. – Харьков: Студцентр, 2005. – 328 с.: ил.; табл. – Библиогр. 86 наим. (с. 321-325). – 800 экз. – ISBN 966-7530-38-8.

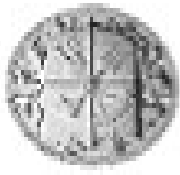
18. Офіційний сайт компанії «Papcel» <http://papcel.ru>.

19. Офіційний сайт компанії «Valmet» <http://valmet.com>

20. Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей Укладачі: Гавриш Олег Анатолійович, д-р техн. наук, проф. Солнцев Сергій Олексійович, д-р фіз.-мат. наук, проф. Дергачова Вікторія Вікторівна, д-р. екон. наук, проф. Зозульов Олександр Вікторович, канд. екон. наук, проф. Юдіна Наталія Володимирівна, канд. екон. наук, доц. Царьова Тетяна Олександрівна, канд. екон. наук, ст. викл. Бояринова Катерина Олександрівна, канд. екон. наук, доц. Кравченко Марина Олегівна, канд. екон. наук, доц. Жигалкевич Жанна Михайлівна, канд. екон. наук, доц. К.: НТУУ "КПІ", 2016. – 26 с.

21. Офіційний сайт <https://karton.kr.ua>

ДОДАТОК



Національний технічний університет України

**«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут технічної теплофізики НАН України

Інститут Газу НАН України

Грузинський технічний університет

**Збірник тез доповідей XVII міжнародної
науково-практичної конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених**

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ОБЛАДНАННЯ”**

25-26 листопада

Київ 2019

УДК 676.056

**ВИКОРИСТАННЯ ВІБРАЦІЇ СІТКОВОГО СТОЛУ ПРМ
З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА**

магістранти Пазерська В.Ю., Саєнко Р.В., Селіванова С.О.,
доц., к.т.н. Плосконос В.Г.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Метою даної роботи є дослідження ролі тряски сіткового столу папероробної машини та вивчення особливостей її впливу на комплекс фізико-механічних показників паперового полотна в процесі його формування.

Як відомо [1], в потоці розбавленої волокнистої маси перед напірним ящиком папероробної машини волокна майже неорієнтовані і розміщуються в будь-якому напрямку. Разом з тим, в процесі проходження маси через напускну щілину напірного ящика завдяки прискореному руху виникає повздовжня орієнтація волокон у напрямку потоку маси. Цей процес підсилюється, якщо є різниця між швидкістю сітки папероробної машини і швидкістю осідання волокон.

В подальшому, в процесі проходження паперового полотна через пресову та сушильну частини машини орієнтація волокон, набута під час відливання на сітці, підсилюється під впливом пресових валів і розтяжки паперового полотна.

Орієнтація волокон є головною причиною виникнення неоднорідності властивостей паперу в повздовжньому та поперечному напрямках [2]. Так, наприклад, розривна довжина, опір зламу та здатність поглинати вологу паперовим полотном завжди вища в повздовжньому напрямку, а розтяжність і деформація – в поперечному. Але, в більшості випадків бажано мати папір з більш однорідними фізико-механічними властивостями в обох напрямках.

Тому велике значення має фактор регулювання розміщення волокон в паперовому полотні. В певних межах цього можливо досягти завдяки використанню тряски сітки папероробної машини [2].

Завдання тряски полягає у створенні коливальних рухів сітки папероробної машини, які здійснюються в площині сіткового столу в напрямку, перпендикулярному руху сітки, і передачі їх волокнистій суспензії. Друге, не менш важливе, значення тряски складається в запобіганні утворення пластівців і диспергування волокон в суспензії під час відливання паперового полотна. Для отримання однорідного за структурою паперу, що характеризується рівним, безхмарним просвітом, необхідно, щоб волокна в процесі осадження на сітці не збиралися в пластівці. Саме цьому сприяють коливальні рухи суспензії паперової маси, які передаються від сітки за рахунок в'язкопругості.

Тряска сітки здійснюється відповідним механізмом, який поєднує тягу з реєстровими балками сіткового столу. Залежно від типу машини частоту

трясіння можна регулювати в межах від 100 до 500 і більше коливань на хвилину; амплітуда коливань змінюється в межах від 0 до 15 мм.

За типом і характером коливання, що передаються сітці, вирізняють наступні системи трясок, а саме: з однією зоною тряски сіткового столу; з двома зонами тряски сіткового столу; тряска одного грудного вала; тряска грудного вала і одного реєстрового валика (тряска Мак-Донела) та інші, більш складніші комбіновані системи трясок.

Найбільш поширена, особливо на машинах старого типу, тряска з однією зоною, за якої коливальні рухи від механізму тряски передаються реєстровим балкам всього або частині реєстрового столу разом з грудним валом. Максимальна амплітуда коливань сітки, в цьому випадку, знаходиться в зоні грудного вала, а мінімальна – в зоні відсмоктувальних хвощів.

У разі використання тряски з двома зонами реєстрові балки сіткового столу розрізають на дві частини і кожна з них отримує самостійну тряску. В цьому випадку є можливість змінювати режим тряски сітки в більш широких межах. Можна надати сітці затухаючих коливань, як у випадку тряски з однією зоною, або паралельних коливань в першій частині і затухаючих - в другій частині столу і, нарешті, коливань з максимальною амплітудою в середині сіткового столу. Ця система тряски досконаліша і застосовується на сучасних машинах з виробництва паперу.

В системі Мак-Донела коливальні рухи, окрім грудного вала, отримує ще один з валиків у другій половині сіткового столу. Подібна система тряски застосовується на швидкохідних машинах і може забезпечити до 1000 коливань сітки в хвилину.

У практиці режим тряски сітки на машинах з виробництва паперу вибирають, користуючись таким правилом, а саме: за садкого помелу маси - швидка тряска, за жирного - повільна; за використання коротковолокнистої маси - мала амплітуда тряски, при довговолокнистої - велика.

В даний час застосовують, головним чином, ексцентрикові пристрої для тряски (рідше вібраційні). У випадку швидкохідних машин використовують швидкохідні механізми для тряски, що приводяться в рух стисненим повітрям або засновані на принципі використання електромагнітних явищ.

Таким чином, аналіз явища тряски сітки та різних пристроїв для цього дають можливість зрозуміти сутність процесів, що відбуваються та підібрати оптимальні режими тряски для виготовлення певного виду паперу із заданими фізико-механічними властивостями.

Використана література

1. Шитов Ф. А. Технология бумаги и картона: Учебник для средних проф.-техн. училищ. - Высш. школа - 1998. - 376с.
2. Иванов С.Н. Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 2006. – 696с.

УДК 676.056

ВИСОКОЧАСТОТНА ТРЯСКА ЗБЕРЕЖЕ РЕСУРСИ

магістранти Саєнко Р.В., Пазерська В.Ю., Селіванова С.О., Рудзей Ф.П.,
к.т.н., доц. Плосконос В.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В процесі формування паперового полотна на сітці папероробної машини орієнтація волокон в потоці маси має визначальний вплив на однорідність властивостей паперу в поздовжньому і поперечному напрямках. Визначальну роль в цьому процесі може бути відведено можливості регулюванню цілеспрямованого розташування волокон в паперовому полотні, яке формується після виливання маси на сітку папероробної машини [1]. У певних межах цього можливо досягти завдяки трясці сітки папероробної машини.

Так, наприклад, поєднання легкого грудного вала CarboForm і сіткотряски DuoShake (рис. 1) вже неодноразово доводило свою ефективність. І завжди з очевидним успіхом: така комбінація дозволяє скоротити споживання ресурсів і заощадити технологічні матеріали [2]. Крім того, якість паперу помітно поліпшується.

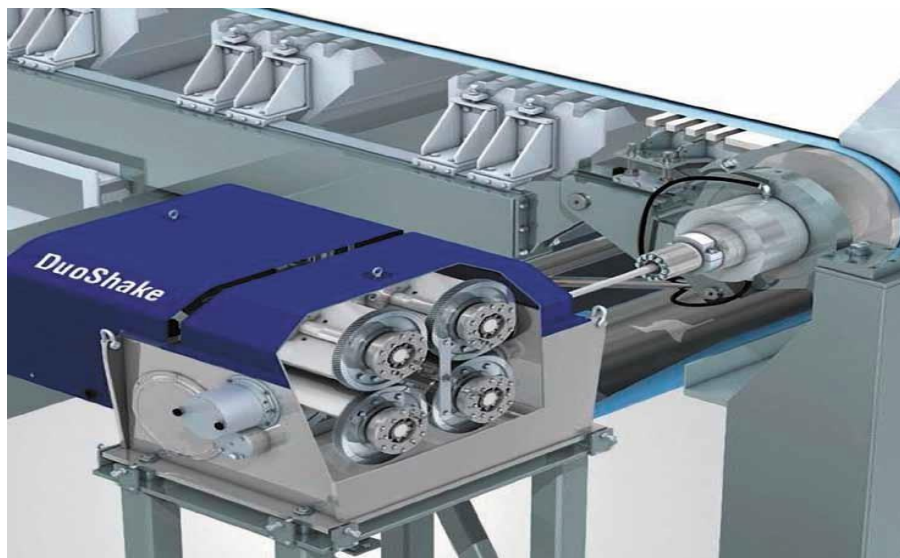


Рисунок 1 – Схема сіткотряски DuoShake

Принцип дії сіткотряски DuoShake дозволяє генерувати частоти, яких не можуть досягти традиційні сіткотряски. Тим самим досягається рівномірний

розподіл волокон навіть на самих високошвидкісних машинах. Крім того, поліпшується формування полотна, і знижується анізотропія міцності на розрив, що особливо важливо для хорошої геометричної стабільності паперу. Інші переваги стають очевидними в процесі переробки паперу, його крейдування, просочення та друку.

Три різних типи сіткотрясок DuoShake дозволяють підібрати ідеальний компонент для кожної папероробної машини: від невеликих машин з низькою швидкістю до 9-метрових машин зі швидкістю 1200 м/хв.

Легка конструкція валу CarboForm з композитного матеріалу на основі вуглецевих волокон була спеціально розроблена для високочастотної тряски. При цьому вирішальну роль відіграє висока геометрична точність форми вала. Вал CarboForm, за ваги близько 40% від ваги аналогічного сталевого вала, дозволяє досягати більш високих показників в процесі тряски і, тим самим, забезпечує більш високі фізико-механічні показники в процесі формування паперового полотна.

Поряд з поліпшенням якісних показників паперу, таких як формування, анізотропія міцності на розрив, міцність на розтягнення, показник поглинання енергії розриву і поперечне розширення, існує можливість економії волокна і допоміжних технологічних матеріалів. Наприклад, комбінація сіткотряски DuoShake і грудного вала CarboForm дозволяє скоротити норми споживання волокна, зменшити ступінь млива та витрат крохмалю без шкоди для якісних показників. Крім того, існує можливість збільшення швидкості папероробної машини. Особливо якісні результати досягаються у виробництві таких видів картону, наприклад, як картон для плоских шарів гофрокартону, а також паперу для гофрування. В цілому, зниження норм витрат волокна і допоміжних технологічних матеріалів прискорює окупність інвестицій та економить ресурси.

Перелік посилань:

1. Иванов С.Н. Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 2006. – 696с.
2. Офіційний сайт компанії «ФойтПейпер» <http://voith.com>.